tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 45 - nr. 5/6 - 1980

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 55,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 55,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

GRONDSTATIONS VOOR NATIONALE SATELLIET COMMUNICATIE SYSTEMEN

J.C. Leguyt

Philips' Telecommunicatie Industrie B.V., Hilversum

Earth Stations for domestic satellite communication systems. Satellite communications for point to point links in a domestic communication system are nowadays a well established technique. This paper describes the Earth Stations applied in this type of systems and gives an example of an Earth Station project implemented by Philips in Peru.

De grondstations voor nationale satelliet communicatie systemen welke door Philips' Telecommunicatie Industrie zijn ontwikkeld, worden toegepast voor de overdracht van telefonie- en televisiesignalen via de huidige Intelsat satellieten (met gehuurde transponder capaciteit) of andere satellieten die werken in de 4 of 6 GHz band. In deze grondstations kunnen twee belangrijke subsystemen worden onderscheiden namelijk de modulatie- en multiplex apparatuur en de radiofrequentie apparatuur. Zowel voor de modulatie/multiplex apparatuur als voor de radio-apparatuur bestaat een ruime keuze wat betreft de eigenschappen om tot de meest efficiente oplossing voor een bepaal de toepassing in een communicatiesysteem te komen. (zie fig. 1).

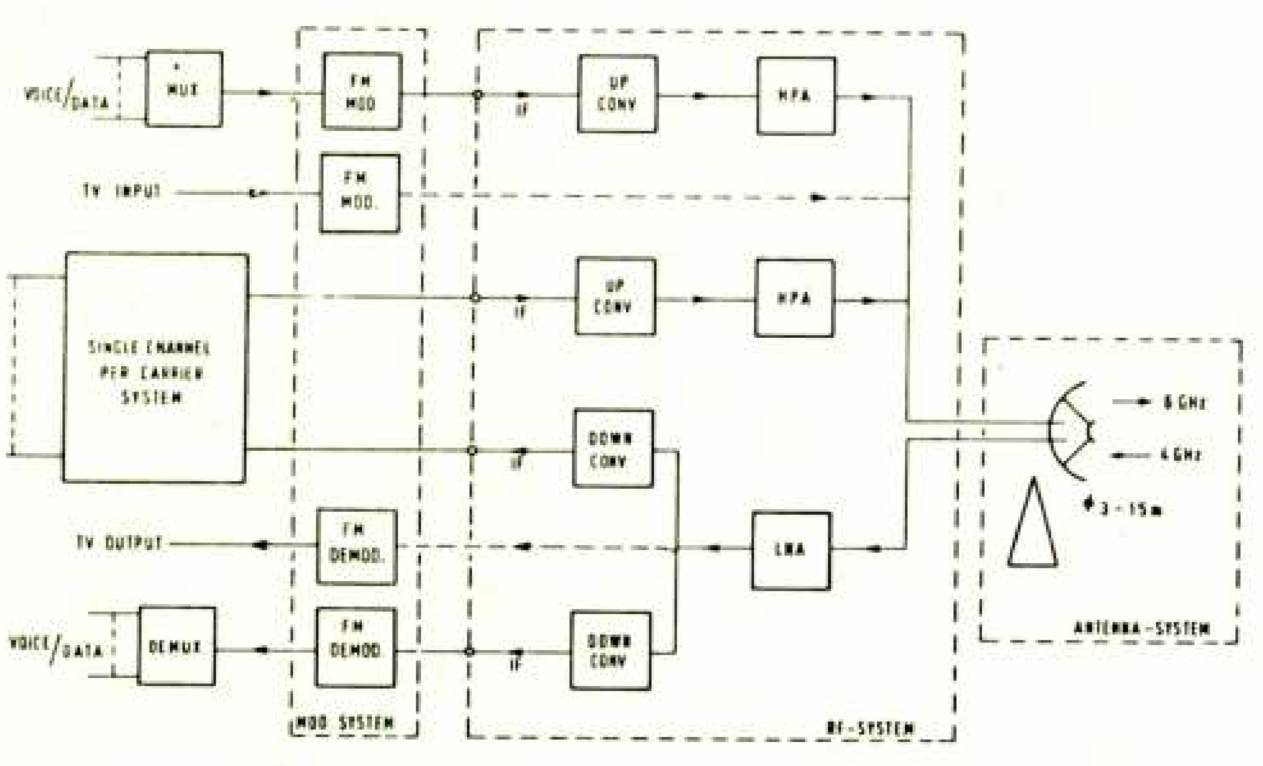


fig. 1 Blokschema grondstation

De radio apparatuur bestaat bij een grondstation uit vier belangrijke onderdelen:

- de antenne met of zonder volg apparatuur
- de zender voor opstraling naar de satelliet
- de ontvangers voor de ontvangst van de signalen van de satelliet
- conversie apparatuur die nodig is als schakel tussen de modulatie/multiplex en de radio apparatuur.

ANTENNE

Bij vrijwel alle systemen wordt een parabolische antenne toegepast waarbij de diameter kan varieren van vier tot twaalf meter. Als subsystemen, verbonden aan de antenne, worden toegepast een feed, een hoofd- en een sub-reflector, een polarizer met een zend/ontvang coupler, een staalconstructie voor de bevestiging en de ondersteuning van de reflector en, indien de diameter van de parabolische antenne meer dan tien meter bedraagt, een volgsysteem om de schotel op de satelliet gericht te houden.

De parabolische hoofdreflector van de antenne ontvangt de zeer zwakke signalen van de satelliet op een frequentie van 4 GHz en reflecteert deze straling op de subreflector die op zijn beurt de energie weer reflecteert in de feed. (zie fig. 2)

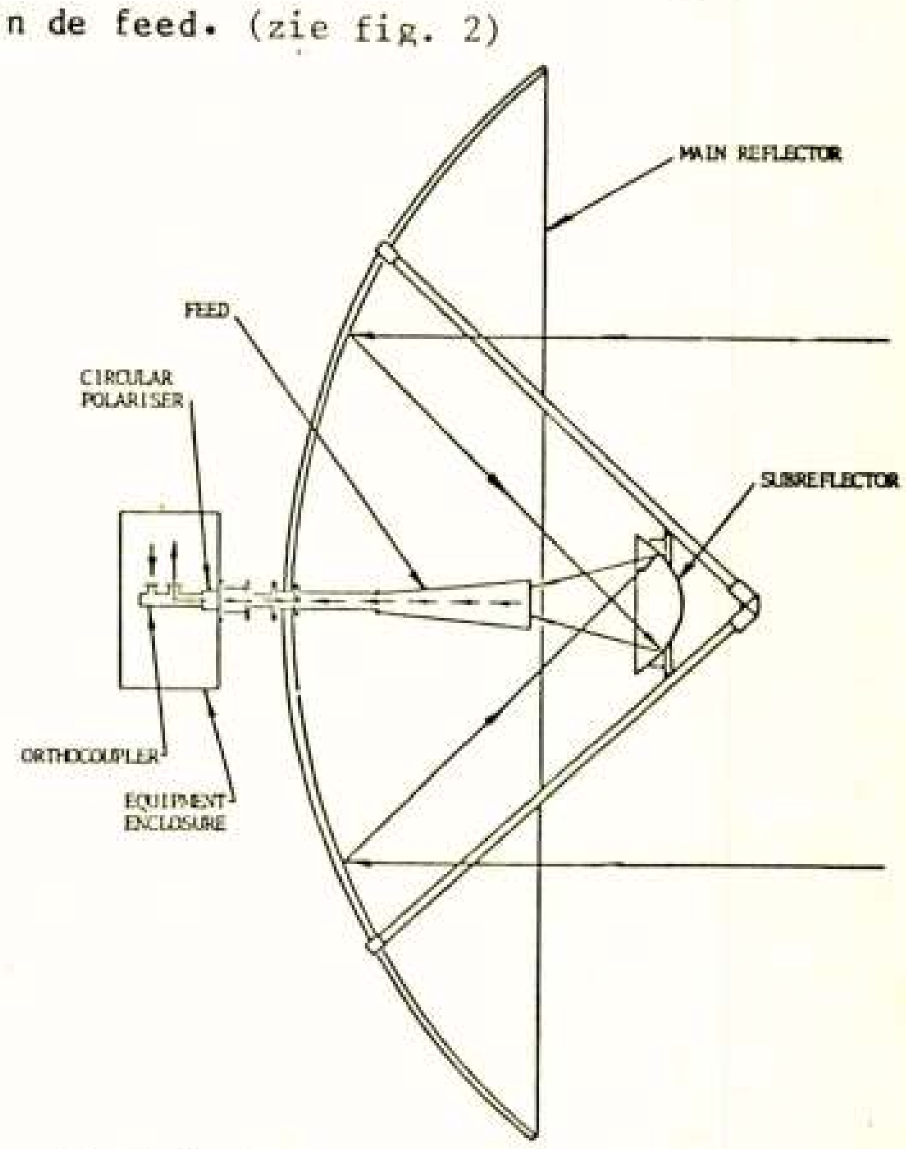


fig. 2 Onderdelen en stralengang antennesysteem

De feed transporteert de energie naar de polarizator en coupler waarna het signaal naar de eigenlijke ontvanger wordt gevoerd. Aan de zendzijde vindt dit proces in omgekeerde volgorde plaats maar dan op 6 GHz. De versterking van de antenne bij ontvangst - en daarmee de ontvangst gevoeligheid van het totale systeem - wordt bepaald door de diameter van de parabolische reflector. De ontvangkwaliteit G/T (antenne versterking over systeem ruistemperatuur) van het grondstation wordt uiteindelijk bepaald door deze ontvangstgevoeligheid in combinatie met de ruistemperatuur van de ontvanger. Bij een bepaalde ruistemperatuur kunnen de benodigde G/T en de

diameter van de antenne worden afgeleid uit de systeemruisberekening het zgn. link budget. Globaal gesproken volgen hieruit de antenne diameter op 4 en 6 GHz. (zie fig. 3)

VIA	DEDICATED SATELLITE				LEASED INTELSAT	
DIAMETER (M)	4.5	8	10	12	10	12
TRACKING	NO	NO	YES	YES	YES	YES
G/T	22[1]	26[2]	28[2]	31[2]	28[2]	31[2]

1) WITH 120 K GAASFET
2) WITH 55 K

fig. 3 ontvanggevoeligheid G/T en antennediameter

Behalve de technische specificaties zullen ook de kosten verbonden aan deze specificaties en de mogelijkheden en de eenvoud van installatie een rol spelen bij de uiteindelijke keuze van de antenne diameter. Wat betreft het punt installatie is het vanzelfsprekend dat hoe kleiner de antenne is, hoe eenvoudiger deze kan worden getransporteerd en opgezet. Vooral voor nationale satellietsystemen is dit van groot belang aangezien de stations vaak op moeilijk bereikbare plaatsen geïnstalleerd moeten worden. Bij grotere antenneschotels zullen de kosten ook oplopen door de volgsystemen die bij deze schotels moeten worden toegepast. Voor dit volgsysteem dienen ontvangers en servomotoren te worden toegepast om de antenne nauwkeurig op de satelliet gericht te houden. De hogere kosten die hieraan zijn verbonden kunnen geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden door het feit dat bij grotere antenneschotels goedkopere ontvangers kunnen worden toegepast. Zetten we de beide grootheden antennediameter en kwaliteit ontvanger uit tegen de kosten van het totale systeem bij gelijkblijvende G/T dan krijgen we het beeld zoals in fig. 4.

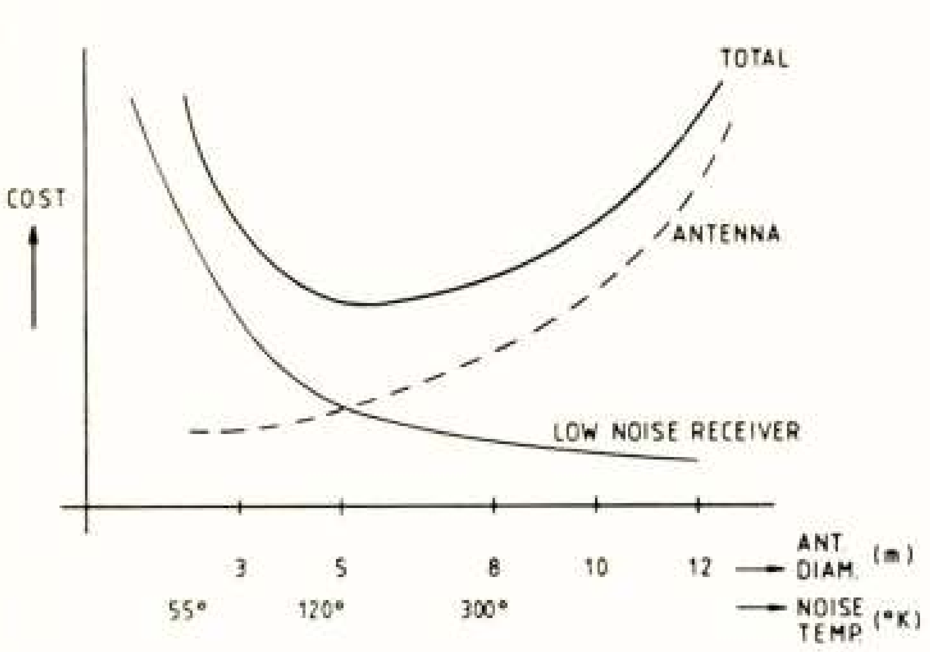


fig. 4 Kosten ontvangsysteem versus antenne diameter

Willen we een hogere G/T, bijvoorbeeld in een leased Intelsat applicatie, dan verschuift de lijn van de lage ruis ontvanger in fig. 4 naar rechts zodat het optimum bij een grotere antenne diameter komt te liggen. Wat betreft de zendkant kunnen dergelijke grafieken gehanteerd worden voor bijvoorbeeld een constante Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) bij varierende antenne diameters en zendervermogens. Zoals reeds gesteld, is voor schotels met een grotere diameter dan tien meter een volgsysteem nodig om de antenne voldoende nauwkeurig op de satelliet gericht te houden. Daarmee wordt de maximale ontvang- en zendgevoeligheid bereikt door de antenne in de hoofdbundel gericht te houden. Het systeem werkt op een door de satelliet uitgezonden pilootsignaal Neemt het pilootsignaal in sterkte af dan zal het volgsysteem de antenne zowel in azimuth als in elevatie volgens een bepaald stappenprogramma bewegen tot een nieuwe maximale sterkte van het signaal wordt gevonden. Het pilootsignaal wordt door een hoofdstation via de satelliet uitgezonden en in de pilootontvanger van het grondstation gedetecteerd. Het gelijkstroomniveau na detectie wordt gebruikt voor de bijregeling van de antennestand.

LAGE RUIS ONTVANGER

Voor nationale satelliet communicatiesystemen worden in het algemeen ongekoelde of alleen temperatuur gestabiliseerde ontvangers toegepast. Meestal GaAsFET ontvang versterkers of parametrische ontvangversterkers. De parametrische versterker bestaat in het algemeen uit twee trappen van versterking om de vereiste voorversterking te behalen. Vaak zijn beide trappen temperatuur gestabiliseerd.

De GaAsFET versterker ondergaat een snelle ontwikkeling naar lagere ruistemperaturen. Deze versterker zal in de toekomst de parametrische versterker in dit frequentiegebied totaal gaan verdringen.

ZENDER

Aan de zendzijde van het grondstation is een zender nodig waarvan het totale zendvermogen bepaald wordt door het aantal telefoniekanalen en de antennediameter (dus versterking). Wanneer we ons beperken tot telefonie is per Single Channel Per Carrier (SCPC) kanaal een bepaald uitgestraald vermogen of EIRP nodig om tot een goede transmissiekwaliteit te komen. De EIRP volgt uit het link budget. Het totale benodigde zendvermogen is simpel de optelsom van het zendvermogen van de verschillende kanalen. Als het station meer dan 60 kanalen heeft - wat zelden voorkomt - dan mag men de zogenaamde aktiviteitsfaktor toepassen omdat niet alle kanalen tegelijkertijd in gebruik zullen zijn. Kijken we naar de zenders die voor de grondstations in gebruik zijn, dan zien we ver-

schillende typen. De zenders onderscheiden zich behalve qua type ook in bandbreedte en vermogen.

Typen	Bandbreedte	Vermogen(toepassing)
Klystron	40 MHz	> 1000 W
TWT	500 MHz	50 - 1000 W
Solid State	500 MHz	< 5 W

De eenvoudigste zender is de solid state zender waarbij met de huidige stand van de techniek het mogelijk is een 5 W uitgangsvermogen te produceren. Met deze 5 W is het mogelijk om bijvoorbeeld in het Palapa systeem van Indonesië maximaal 5 telefonie kanalen per grondstation toe te passen. Wil men meer dan vijf kanalen per station of opereert men in een minder gevoelige satelliet zoals bijvoorbeeld de Intelsat satelliet, dan is een TWT noodzakelijk. Voor de systemen die Philips Telecommunicatie bijvoorbeeld in Peru toepast wordt een TWT zender gebruikt met een maximum uitgangsvermogen van 400 W. Zowel de solid state zender als de TWT zender zijn breedbandig. Beiden bedekken met een vrijwel konstante versterking en uitgangsvermogen het gehele benodigde frequentiegebied van 500 MHz zonder additionele afstemming. Voor vermogens boven de 1000 W, zoals toegepast in de hele grote (vele tf kanalen en TV) grondstations past men vaak klystron versterkers toe die echter smalbandig zijn. Het voordeel van breedbandige versterkers is dat men snel kan overschakelen op een andere transponder in geval van re-allocatie of uitval. Alle voornoemde subsystemen zoals antenne, lage ruis ontvanger en zendversterker zijn breedbandige systemen die de gehele communicatie van 500 MHz omvatten zoals die voor dit type satellietcommunicatie is gereserveerd. De satelliet zelf is opgebouwd uit een aantal transponders (zend/ontvangers) die allen circa 40 MHz breed zijn, verdeeld over de genoemde 500 MHz.(zie fig. 5).

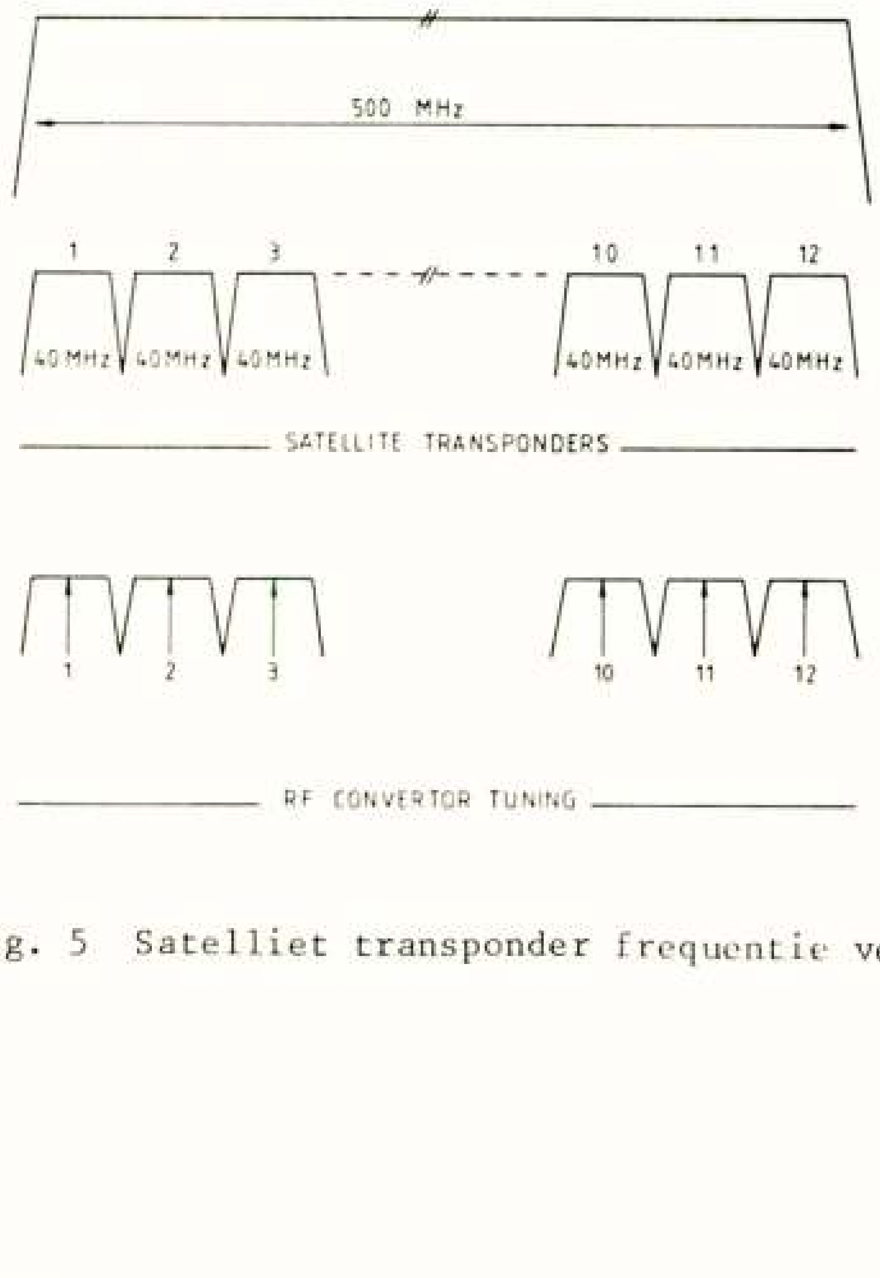


fig. 5 Satelliet transponder frequentie verdeling

Om deze transponders onafhankelijk van elkaar te gebruiken, moet het grondstation afstemmen op een of meerdere van deze transponders. Deze afstemming of selectie geschiedt met behulp van de zogenaamde RF converter.

CONVERTERS

De downconverter hiervan selecteert de transponder van de satelliet die ontvangen moet worden en de upconverter bepaalt naar welke transponder van de satelliet uitgezonden zal worden. Zowel de up- als de downconverter hebben meestal dezelfde bandbreedte als de satelliet transponder, namelijk 40 MHz. In het geval van SCPC opereren de up- en de downconverter in dezelfde transponder. Daarmee wordt bereikt dat de converter eenvoudig gehouden kan worden omdat met een frequentie generator gewerkt kan worden.De belangrijkste operaties van de converter zijn:

- afstemming/selectie van de transponder
- frequentie transformatie van RF naar IF

De RF converter vormt de schakel tussen de radio en modulatie apparatuur. De modulatie apparatuur heeft als interface in het algemeen een frequentie van 70 MHz en een bandbreedte die gelijk is aan die van de transponder. Dat wil zeggen dat na de frequentieconversie de signalen die worden toegevoerd aan de modulatie-apparatuur in een band van circa 20 MHz liggen rond de centrale frequentie van 70 MHz.

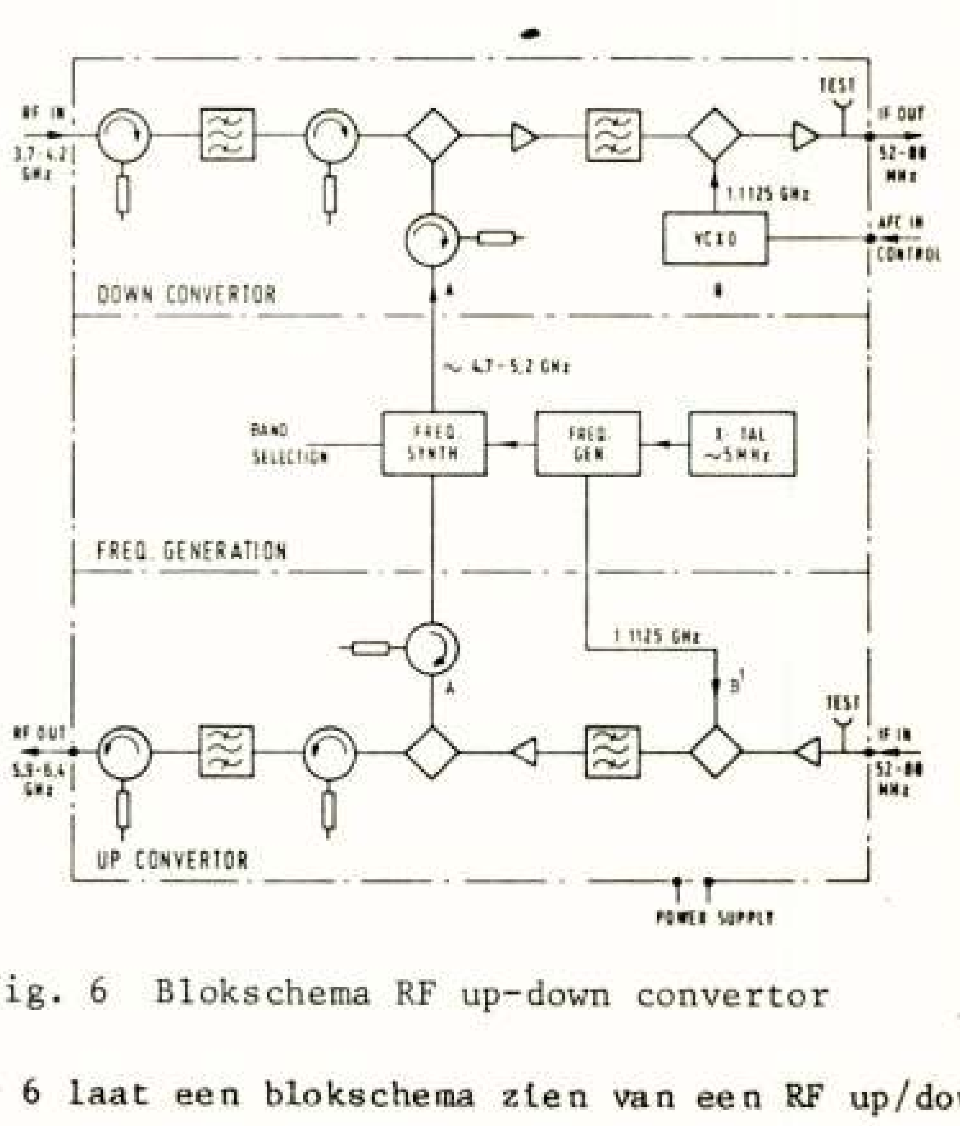


fig. 6 Blokschema RF up-down convertor

Figuur 6 laat een blokschema zien van een RF up/down converter voor SCPC toepassing waarbij het frequentiebepalend element, de synthesizer, gecombineerd kan worden. Aan de ontvangkant converteert de converter een 40 MHz band uit de 4 GHz transponderband eerst door middel van een mixer naar een 1 GHz middenfrequentie waarna in een tweede mixer de 1 GHz naar 70 MHz wordt getransformeerd. De lokale oscillator voor de eerste mixer is meestal een synthesizer die bijvoorbeeld met een stappenschakelaar op het midden van de transponderband van 40 MHz afgestemd kan worden. Het bandbreedte bepalende element is

het MF filter op 1 GHz. De tweede mixer in de downconverter wordt gestuurd of uit een tweede vaste oscillator of uit een Voltage Controlled X-tal Oscillator (VCXO) welke geregeld wordt om een bepaalde frequentie te kunnen bewerkstelligen voor Automatic Frequency Control (AFC). Dit AFC circuit dat nodig is om in het geval van SCPC het spectrum in de 40 MHz band te centreren met als referentie de uitgezonden piloot frequentie. Frequentiedrift in een satelliet systeem ontstaat voornamelijk in de satelliet transponder transfer oscillator. In de RF upconverter vindt het proces in omgekeerde richting plaats maar nu van 70 MHz naar 6 GHz. Uiteraard zijn de in- en uitgangs niveau's van de converter zodanig gekozen dat deze niveau's aanpassen bij de niveau's van de zender, de ontvanger en de modulatie-apparatuur.

MODULATIE/MULTIPLEX SYSTEEM

Op een grondstation met een of meerdere 40 MHz brede zend/ontvang kanalen met een centrale frequentie van 70 MHz kunnen modulatie systemen worden aangesloten voor televisie of telefonie. Wordt het grondstation bijvoorbeeld gebruikt voor telefonie trunkline verbindingen tussen twee grote steden, dan zal men in het algemeen kiezen voor traditionele Frequency Division Multiplex/ Frequency Modulation (FDM/FM) of in de toekomst Time Division Multiplex (TDM). Indien het systeem echter gebruikt wordt om verbindingen te maken bestaande uit dunne bundels tussen vele kleine stations dan is SCPC een zeer efficiente methode van transmissie. Bij de verschillen tussen de twee systemen spreekt vooral het grote voordeel van de Voice Operated Carrier bij SCPC aan (Power sharing).

De televisie-overdracht vindt plaats door het videosignaal te moduleren in frequentie op de middenfrequentie van 70 MHz en het geluid bijvoorbeeld op een subcarrier van 6,8 MHz boven het videosignaal. Aan de ontvangkant worden video en geluid gedemoduleerd en gebruikt voor heruitzending bijvoorbeeld via een laag vermogen televisiezender die een beperkt gebied bestrijkt. Voor deze televisie overdacht kan de gehele transponderband gebruikt worden. Indien men een iets lagere kwaliteit accepteert, kan ook een halve transponder - dus circa 20 MHz - gebruikt worden. In dat geval kan de andere helft van de transponder gebruikt worden voor andere doeleinden zoals bijvoorbeeld voor een aantal telefoniekanalen.

SINGLE CHANNEL PER CARRIER

Reeds een aantal malen is het Single Channel Per Carrier (SCPC) principe genoemd. De SCPC apparatuur is een van de belangrijkste subsystemen in grondstations voor nationaal gebruik. Het systeem is speciaal ontworpen voor grondstations met dunne bundels telefoniekanalen waarvoor een maximale flexibiliteit ten aanzien van re-routing en vermeerdering en vermindering van kanalen per station een belangrijke vereiste is. Philips' Telecommunicatie Industrie brengt twee systemen op de markt die zich onderscheiden door verschillende vormen van spraakmodulatie of coderings methoden: delta modulatie en companded frequentie modulatie.

De flexibiliteit is wel een van de belangrijkere eigenschappen van SCPC wat betreft:

- adaptie kanalen aantal per station
- pre-assigned communicatie
- demand assigned communicatie

In het pre-assigned communicatie systeem worden de ter beschikking staande SCPC kanalen (dus ook frequenties) bij afspraak van te voren vastgelegd en dus ook het communicatie patroon. Blijkt in een latere fase dit communicatiepatroon zich te wijzigen dan kunnen de af spraken van verdeling eenvoudig worden gewijzigd door frequenties van de kanaaleenheden te wijzigen. Indien het aantal grondstations en daarmee het aantal benodigde SCPC kanalen zodanig groeit dat in een pre-assigned arrangement de satelliet transponder volledig belast is, dan moet door de gebruiker de beslissing genomen worden om een additionele transponder in gebruik te gaan nemen of de reeds ter beschikking staande transponderkanalen efficienter te gaan gebruiken. Indien een additionele transponder in gebruik genomen moet worden, brengt dat natuurlijk extra huurkosten met zich mee. Indien men efficienter gebruik van de tranponderkanalen nastreeft, zullen er investeringen gedaan moeten worden om het SCPC systeem om te bouwen in een demand assigned systeem waarbij de SCPC transponderkanalen alleen op aanvraag worden toegewezen. We krijgen dan dus een time-sharing van de satellietkanalen door de verschillende grondstations die gebruik maken van de satelliet. Met SCPC kan dus een zeer flexibel communicatie systeem worden opgezet dat snel aangepast kan worden aan veranderende lokale omstandigheden. De SCPC apparatuur heeft ook een interface met het, vaak reeds bestaande, aardse telefonienet. SCPC moet dan ook in staat zijn verschillende signaleringssystemen die in gebruik zijn tussen telefooncentrales of de operators door te geven. In principe is de SCPC apparatuur transparant voor de in-band registersignalering en heeft iedere SCPC kanaaleenheid zijn eigen buiten-band lijnsignalering of E/M signalering. De signaalinterface is standaard 4-draads. De interface naar het aardse net mag dan ook vergeleken worden met die van de standaard FDM multiplex apparatuur welke reeds jaren in gebruik is bij straalverbindingen en kabelsystemen.

PERU

Goede voorbeelden van de besproken apparatuur zoals die worden toegepast in grondstations zijn de vier stations die Philips' Telecommunicatie Industrie levert aan Peru. Het betreft een turnkey opdracht waarbij PTI ook de zorg heeft voor de levering en installatie van de stroomvoorziening. De grondstations moeten geïnstalleerd worden in vrij ontoegankelijke gebieden in Peru. Daarom is gekozen voor de inbouw van de apparatuur in containers zodat installatie en tests in Holland kunnen plaatsvinden waarna de containers in zijn totaliteit verscheept kunnen worden.(zie fig. 7). Het transport van de grondstations in Peru zelf geschiedt met Hercules transportvliegtuigen en helicopters. Twee van de vier stations liggen op zeeniveau aan de oever van de Amazone. Een derde station ligt op 2500 meter hoogte in het Andes gebergte en het vierde station betreft SCPC apparatuur voor het hoofdstation in Lima. De drie stations buiten Lima zijn met de hoofdstad verbonden via 3 x 6 pre-assigned verbindingen. Bovendien is elk station uitgerust voor de ontvangst van televisiesignalen. Elk van de stations kan vanuit Lima worden bewaakt. In de hoofdstad kunnen alle belangrijke funkties en gebeurtenissen zoals bijvoorbeeld brand in het station of het openen en sluiten van deuren, de temperatuur in het station, de status van de main-standby apparatuur, het piloot niveau en dergelijke, op een display worden afgelezen. Ook kunnen enige afstandbedieningen plaatsvinden zoals het omschakelen van de dieselgeneratoren en het overschakelen op de reserve zender. Voor de overdracht van signalen voor de afstandbewaking en de afstandbediening wordt een normaal telefoniekanaal gebruikt, uitgebreid met een aangepast TDM afstandbedieningssysteem van Philips' Telecommunicatie Industrie. Om een verbinding met het hoofdstation te hebben - bijvoorbeeld tijdens onderhoudswerkzaamheden - zijn de stations uitgerust met een orderwire systeem met een selection calling oproep systeem. Dit orderwire systeem is speciaal ontworpen voor regionale satelliet communicatie en kan ook op een spreek plus telegrafie basis ingezet worden.

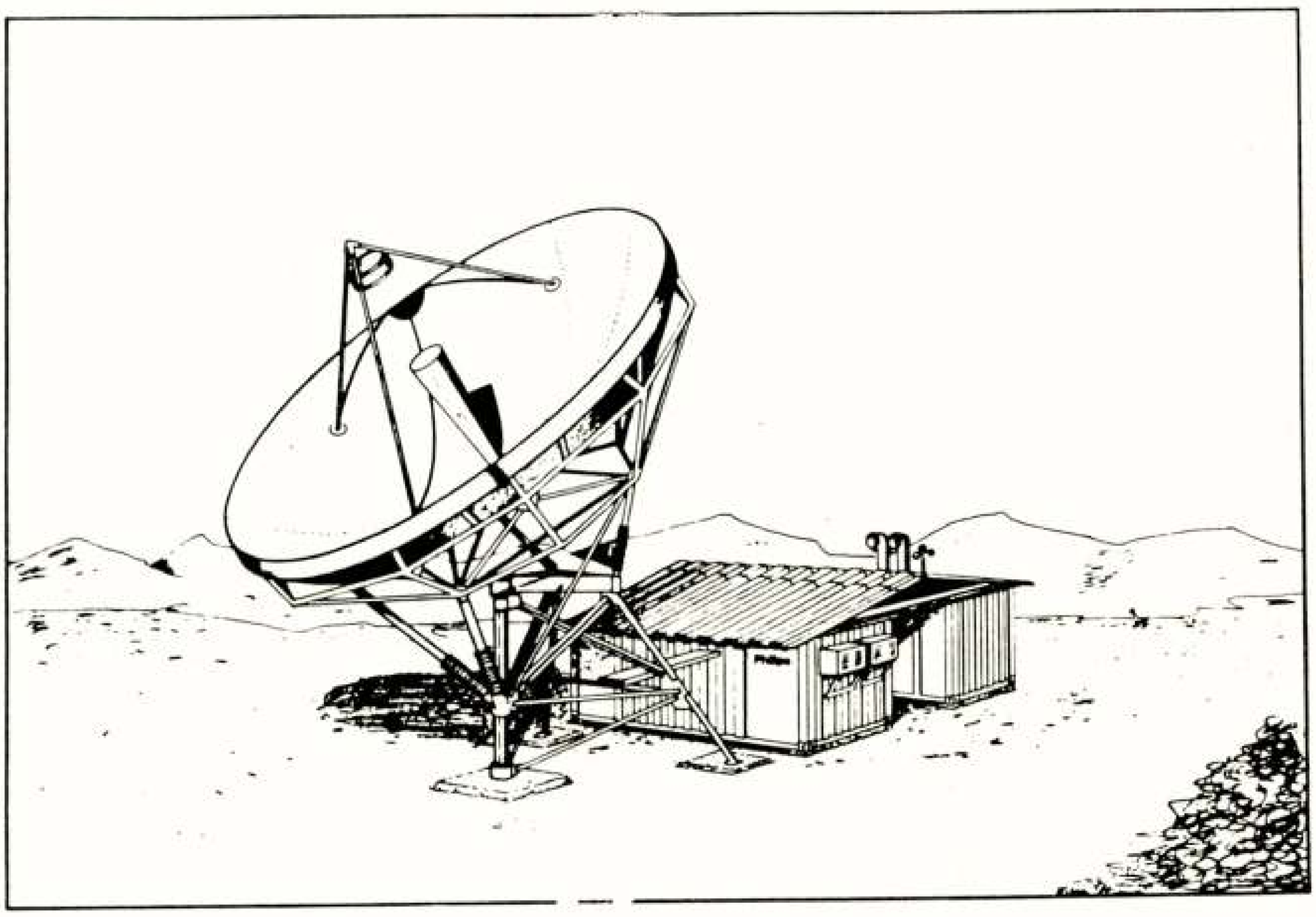


Fig. 7 Ruraal grondstation Peru

Voordracht gehouden op 5 juni 1980 bij Philips Telecommunicatie Industrie te Huizen, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 290), de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux sectie IEEE.

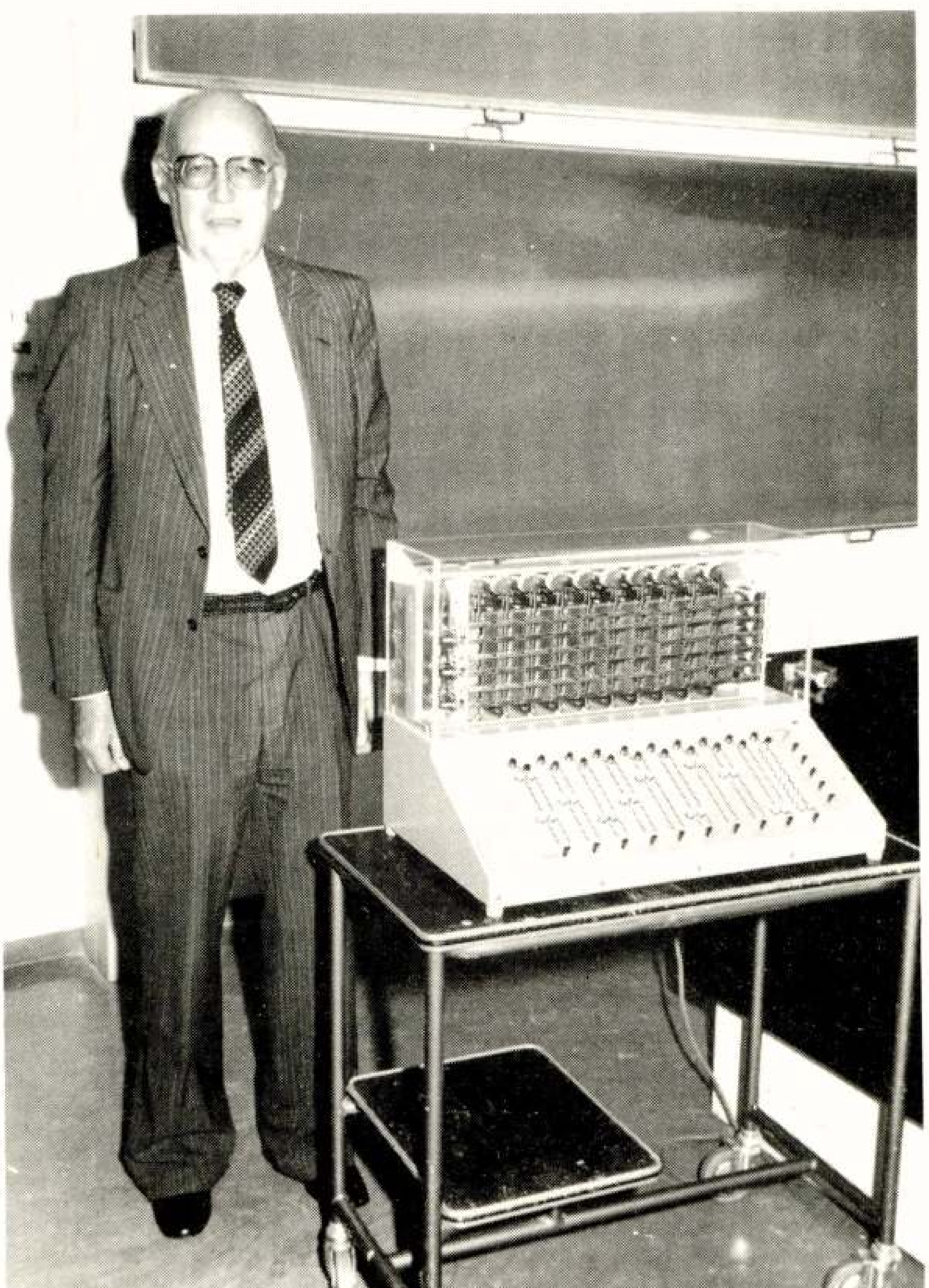
IEEE BENELUX SECTION
NEDERLANDSE ELECTRONICA EN RADIO GENOOTSCHAP
(291ste werkvergadering)
SECTIE VOOR TELECOMMUNICATIETECHNIEK KIVI

INVITATION for a lecture about

The Telephone Industry - an Industry in Transition

by Dr. Christian Jacobaeus of the L.M. Ericsson Telephone Company, Stockholm, Sweden.
The lecture will be given on Thursday September 11, 1980 in Lecture Hall C of the Department of Electrical Engineering, Delft University of Technology, Mekelweg 4, Delft. The lecture will start at 2.00 p.m., and will be followed by a discussion period. The meeting will end at about 4.30 p.m.

Dr. C. Jacobaeus is winner of the 1979 Alexander Graham Bell Award for his pioneering research into the dimensioning of switching systems and the application of traffic theory to telephony.
During a 40 year career dedicated to the advancement of telecommunications technology Dr. Jacobaeus laid down the principal building blocks for the Ericsson cross bar system which represented a major breakthrough and which today is standard equipment in many countries.
Born in Stockholm in 1911 Dr. Jacobaeus spent his entire professional career with L.M. Ericsson and for more than 25 years directed the company's worldwide technical and research activities. Since his retirement in 1976 he has served as a consultant. Dr. Jacobaeus holds over 30 patents in the field of telephony and has published numerous papers in telecommunications subjects.



SATELLIET ALS TELECOMMUNICATIEMIDDEL

Ir L.J.W. van Loon

PHILIPS' TELECOMMUNICATIE INDUSTRIE B.V.

A short survey is given of the main characteristics of satellite transmission parameters and their interrelations.

1. INLEIDING

Enkele algemene eigenschappen van satelliet communicatie die tezamen het systeem bepalen zijn:

o Transmissie	(overdracht van draaggolf en zijbanden)
o Accessmethodiek	(gezamenlijke toegang en gebruik van de satelliet door verschillende grond stations).
o Overdrachts optimalisatie en modulatie	(gebruik van bandbreedte en zendvermogen).
o Verkeersorganisatie	(gebruik van beschikbaar gekomen relayeercapaciteit)

In het kort zullen de belangrijkste karakteristieken van deze eigenschappen en hun onderlinge relaties nader worden toegelicht.

2. SATELLIET ALS TELECOMMUNICATIE SYSTEEM

Naar gelang van hun toepassing kunnen de volgende satelliet systemen onderscheiden worden, waarbij de grootte van de grondstation antennes karakteristiek is.

o Internationale verkeerssatellieten
(Trunk systems: Intelsat, Eutelsat)
ant diam ca 30 m

o Regionale/Domestic satellieten
(Canada, Indonesië, US-Comstar, US-Westar, Frankrijk-Telecom I).
ant diam 5 - 10 m.

o Zakelijke verkeerssatellieten
(SBS = Satellite Business Systems en X-TEN = XEROX Company).
ant diam 5 - 7 m

o Onderverhuur satelliet systemen ("Leasing")
(bijv Peru via Intelsat)
ant diam ca 10 m

Omroep satellieten, met hun speciale eisen voor groot zendvermogen zijn niet in deze categorieën ingedeeld. Voor deze toepassing zijn afzonderlijke frequentiebanden gereserveerd.
Overigens ontbreekt hierbij het specifieke telecommunicatie kenmerk van twee-weg verkeer.

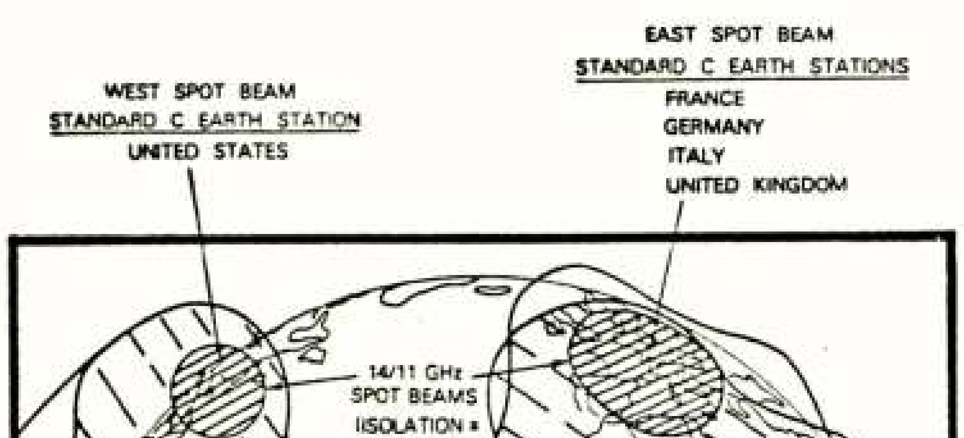
De grote internationale verkeerssatellieten bevinden zich alle tussen de continenten om daarmede grote telecommunicatie gemeenschappen te kunnen bestrijken en tevens om breedband transmissies mogelijk te maken die op andere wijze moeilijk zijn te realiseren (TV!).
Het is daarbij uit economisch oogpunt wenselijk dat alle deelnemers aan dit systeem elkaar via één satelliet kunnen bereiken, om zó met één grondstation per deelnemend land uit te kunnen komen.
Om dit te verwezenlijken moet de transmissiecapaciteit voor de satelliet - grondstation combinatie zo hoog mogelijk worden opgevoerd. Dit brengt met zich mee dat grote, gevoelige grondstations moeten worden toegepast.
Voor regionale systemen, die in het algemeen van een geringere omvang zijn en minder verkeer omvatten, vervalt de eis voor maximale transmissiecapaciteit.
Het economisch optimum voor de kosten van alle grondstations en de satelliet verlegt zich daarbij naar grondstations van geringere afmetingen.

Bij de opkomende categorie van zakelijke verkeerssystemen met naar verwachting grote aantallen grondstations is het aantrekkelijk om binnen de gestelde regels t.a.v storing op andere communicatie diensten met zo gering mogelijke antenne diameters uit te komen.

Onderverhuur van onderbezette Intelsat satellieten is een attractieve mogelijkheid om kleine communicatie systemen op te zetten zonder over een eigen satelliet te moeten beschikken.

Men moet zich daarbij wel richten naar de transmissie instellingen van de bewuste satelliet. Voor Intelsat is dan het gebruik volgens de B-standaard met 10 m antennes toegestaan.
Van deze mogelijkheid tot "leasen" wordt thans door een kleine twintigtal landen reeds gebruik gemaakt.

In fig 1 wordt een voorbeeld van de bedekking van een moderne verkeerssatelliet gegeven (Intelsat V) waar mede door concentratie van de uit te zenden energie in bundels de transmissie capaciteit wordt opgevoerd.
Naast de klassieke 4 en 6 GHz wordt ook reeds de nieuw te ontsluiten 11 en 14 GHz banden benut.
Fig 2 geeft een voorbeeld van de mogelijke bedekking van Europa door de in discussie zijnde L-Sat,waar door de bundeling naar toepassing van kleine grondstation antennes wordt gestreefd.
Bij deze L-Sat is het de bedoeling om nieuwe communicatie technieken te demonstreren (SSTDMA) o.a. in de 12/14 GHz band, waarbij in de bundel C de frequenties van bundel A herhaald worden (frequency re-use); dit geldt eveneens voor de bundels D en E.



INTELSAT V Atlantic Satellite Transmit Capabilities for Standard C Earth Stations, Primary Satellite (14/11-GHz spot beams are steerable and may be moved to meet traffic requirements)

Fig.1 Comsat Techn.Review vol.9 number 1 Spring 1979, page 63

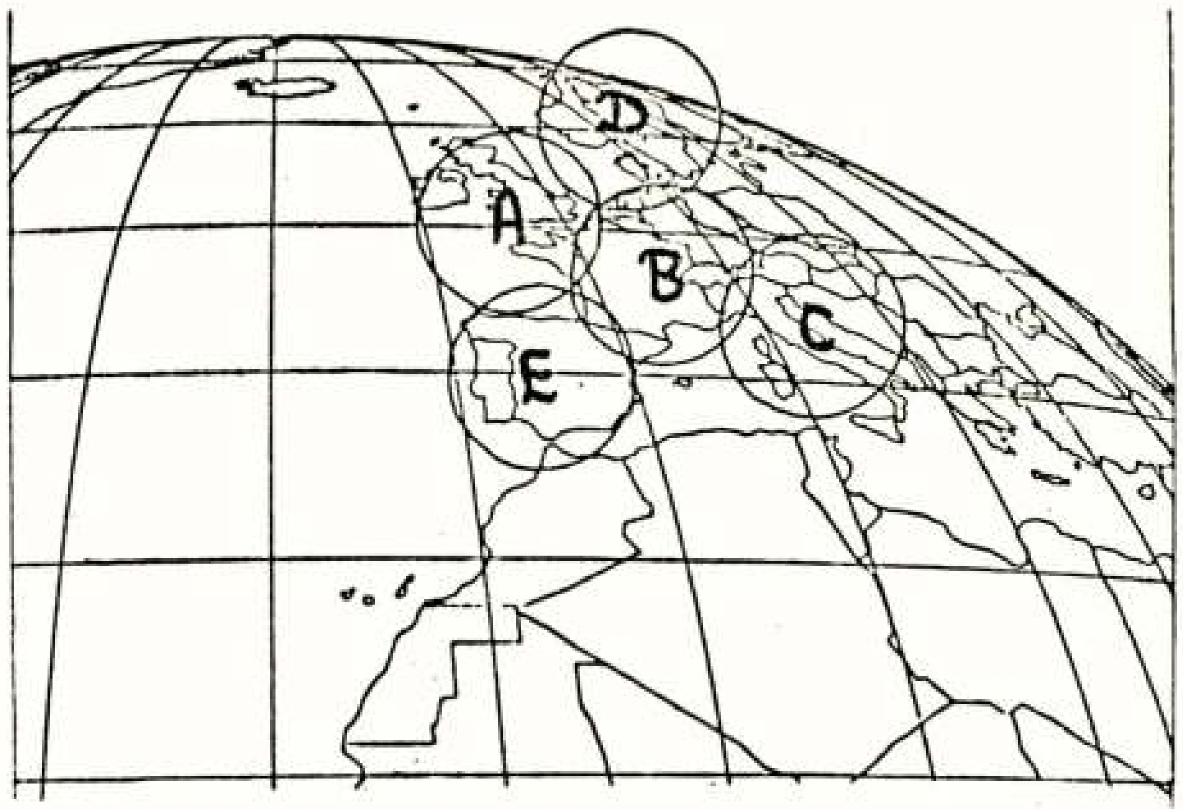


Fig.2. Mogelijke bedekking van Europa door L-sat 12/14GHz Specialized Services

3. TRANSMISSIE EN TOEGANGSMETHODIEK

Transmissie systemen voor satellieten weken aanvankelijk niet af van wat reeds bij straalverbindingen gebruikelijk was; zo werden de eerste satellietverbindingen als punt tot punt verbindingen tot stand gebracht; later vond meervoudige toegang (multiple access) vanuit verschillende grondstations naar een satelliet toepassing.
De uitgezonden draaggolven worden daarbij met kanalen voor meer dan één bestemming gemoduleerd (multidestination).
In al deze gevallen doorlopen de draaggolven gezamenlijk een satelliet versterkerketen (transponder).
Het gelijktijdig uitzenden van verschillende draaggolven via een transponder wordt Frequency Domain Multiple Access (FDMA) genoemd, in tegenstelling tot een toegangstechniek waarbij de gehele transponder beurtelings in korte tijdsperioden (bursts) aan een van de deelnemende grondstations wordt toegewezen.
Dit wordt als Time Domain Multiple Access (TDMA) aangeduid.
Bij satellietuitzendingen via gerichte antennebundels zullen de TDMA bursts in de satelliet vaak over de verschillende bundels gerangeerd moeten worden. Er is dan sprake van Satellite Switched TDMA (SSTDMA).

De beschikbare satellietzendenergie van een transponder moet over het te bestrijken gebied verdeeld worden, wat de maximaal toepasbare antennewinst (gain) van de satelliet antenne bepaalt.

De EIRP, het equivalent van de uitgestraalde energie in de richting van de grondstations wordt dan als product van het zendvermogen en die antennewinst bepaald.

Het indelen van de satelliet transmissie bandbreedte in verschillende transponders heeft naast operationele flexibiliteit ook het voordeel dat zo het uitgezonden vermogen per eenheid van bandbreedte verhoogd kan worden.

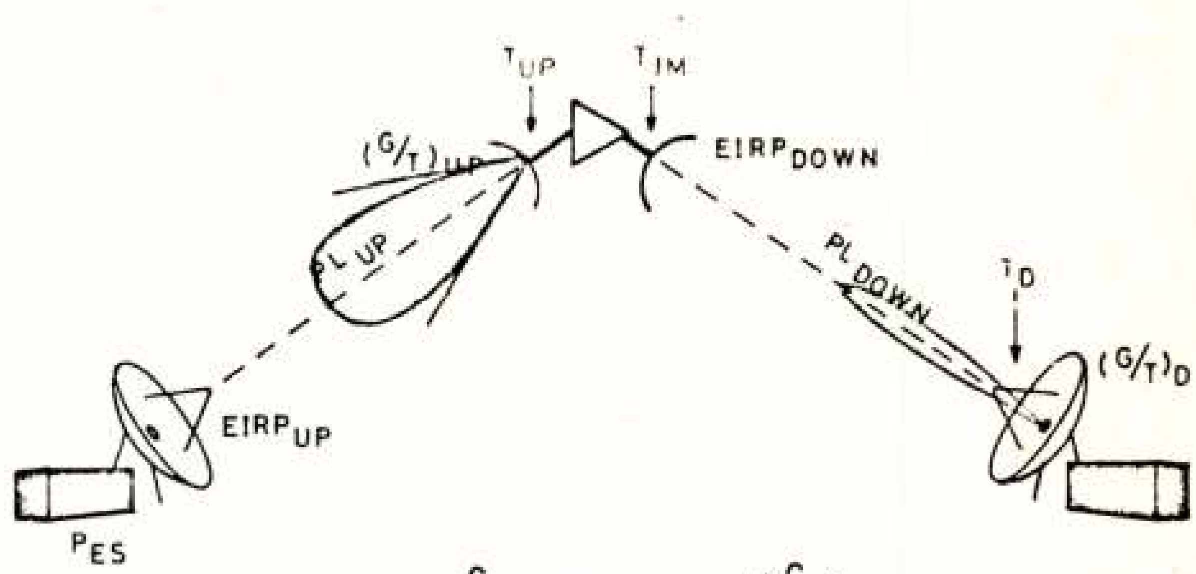
4. TRANSMISSIEOPTIMALISATIE

FDMA is de van oudsher gebruikelijke access methode, waarbij de eindtrap van de satelliettransponder, de TWT, niet volledig uitgestuurd kan worden, om te vergaande intermodulatie van de in de transponderband aanwezige draaggolven te voorkomen.
Bij satellieten ingericht voor grote relayeringscapaciteit vormt dit een practische begrenzing.

Bij TDMA kan de TWT in principe geheel uitgestuurd worden, waardoor de relayeringscapaciteit vergroot kan worden, doch ook hier zijn practische begrenzingen.
TDMA stelt hogere eisen aan de grondstation apparatuur ten aanzien van de buffering van de uit te zenden (digitale) informatie en de timing van de uit te zenden bursts, waardoor deze access methodiek het meest voor de satellietsystemen met grote grondstations in aanmerking komt.
Uiteindelijk zal TDMA wegens de flexibiliteit en het toenemend digitaal karakter van de uit te zenden informatie in de toekomst meer toepassing vinden dan nu het geval is.

Kenmerkend voor beide toegangsmethodieken is de optimalisatie van de transmissieparameters. Hierbij wordt de verhouding C/N_o, het ontvangen vermogen van alle draaggolven achter de eerste ontvangertrap van één van de grondstations gerelateerd aan het vermogen van alle ruisbijdragen per eenheid van bandbreedte.
Dit optimaliseren wordt in het volgende nader toegelicht. Voor details wordt verwezen naar ref 1.

OPTIMALISATION OF C/N_0 PER TRANSPONDER



$$\frac{C}{(N_0)_{UP}+(N_0)_{IM}+(N_0)_D}=\left(\frac{C}{N_0}\right)_{Total}$$

$$N_0 = kT$$

Fig.3 Ruisbijdragen in een satelliet verbinding.

Er zijn drie bijdragen tot de ruis te onderscheiden, nl
- o de ruis die bij ontvangst in de grondstations ontstaat, de $(N_o)_d$;
- o de ruis die bij de satellietontvanger ontstaat, $(N_o)_{up}$.
- o de intermodulatieruis, $(N_o)_{im}$;

De downpath bijdrage $(C/N_o)_d$ is afhankelijk van het totaal uitgezonden vermogen en dus van de ingestelde mate van uitsturing van de eindtrap, uitgedrukt door de term Back-off, om deze trap voldoende lineair te laten werken. In fig 4 is het verloop van de $(C/N_o)_d$ weergegeven als functie van de input back-off. Het volgt daarbij de TWT transfer curve.
De Downpath ruis bijdrage kan worden berekend uit de formule:

$$(C/N_o)_d = EIRP_d - (BO)_o - PL - 10\log k + (G/T)_d, \quad \text{(in dB)}$$

waarin $EIRP_d$ = het equivalent van het uitgestraalde vermogen
PL = Pathloss over het traject satelliet - grondstation
k = Constante van Bolzmann
$G/T)_d$ = Grondstationkwaliteitsfactor (Gain gedeeld door systeemtemperatuur van de ontvanger).

Voor de up path bijdrage kan een overeenkomstige formule gegeven worden:

$$(C/N_o)_u = EIRP_u - PL - 10\log k + (G/T)_u.$$

Voor de bijdrage van de intermodulatie ten gevolge van het uitsturen van de TWT van de satelliet in het niet-lineaire gebied door de afzonderlijke, FM gemoduleerde draaggolven kan gesteld worden dat de intermodulatie

producten betrekkelijk willekeurig verdeeld in de transponderband aanwezig zijn; deze kunnen dan als ruis worden opgevat.

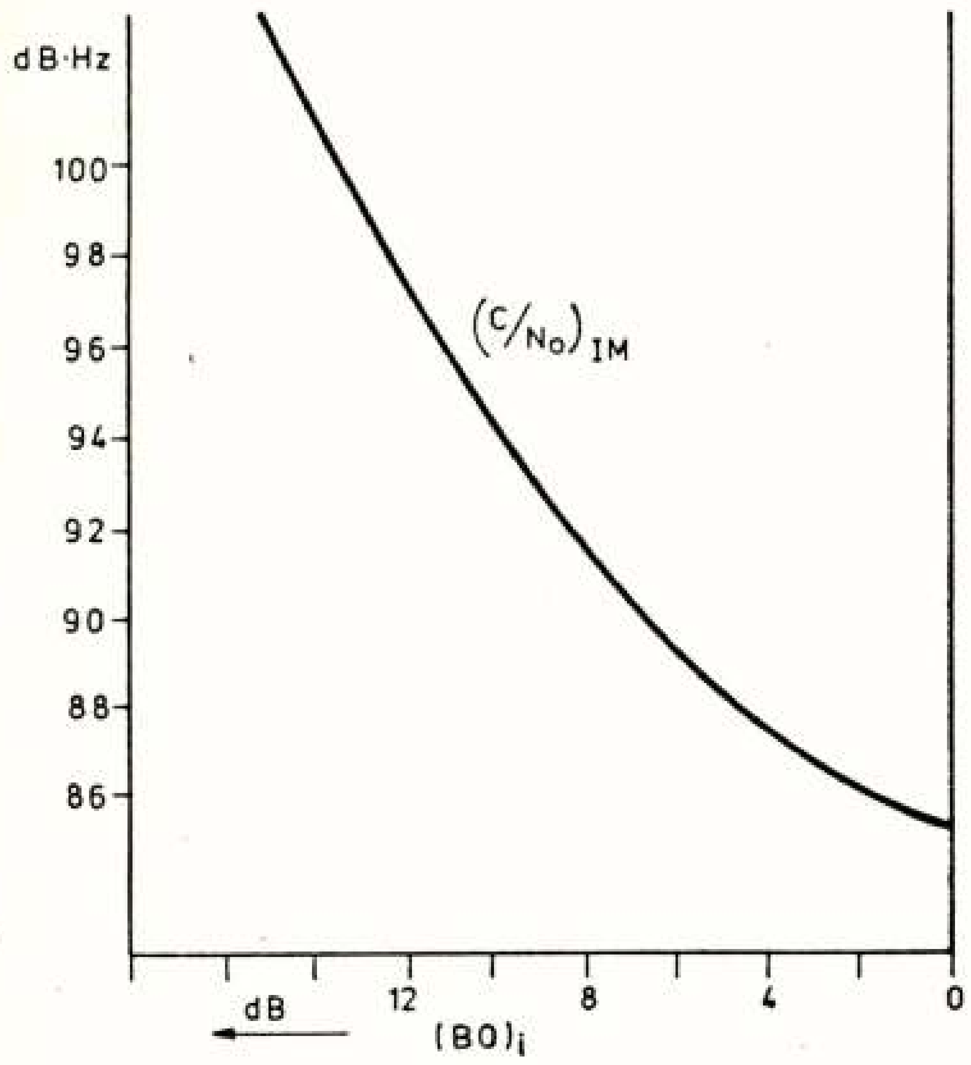


Fig 4 Intermodulatiedichtheid als functie van Input Back-off.

Het verloop van deze intermodulatiedichtheid $(C/N_o)_{im}$ als functie van de uitsturing van de TWT wordt weergegeven in fig 4.
Hierbij wordt de opgewekte IM ruis eveneens gerelateerd aan totaal ontvangen vermogen bij een grondstation- beide componenten C en $(N_o)_{im}$ worden tijdens de transmissie van satelliet naar grondstation, immers in gelijke mate verzwakt!
Omdat bij vermindering van de uitsturing (lagere Back-off) de intermodulatie relatief sneller afneemt dan de thermische ruis bij de grondstation ontvanger relatief toeneemt, is een optimum mogelijk zoals in twee voorbeelden in fig 5 en 6 wordt toegelicht.
De twee voorbeelden zijn betrokken op het FDMA gebruik van een transponder, in combinatie met een kwaliteitswaarde van het grondstation van $(G/T)_d$ = 28.8 resp 38.8 dB/°K.
Ter orientatie, Intelsat standaard B stations voor 4 en 6 GHz met ca 11 m antennes vereisen minimaal een $(G/T)_d$ van 31.7 dB/°K.
Intermodulatie is een gegeven dat hoofdzakelijk van de zendbuis afhangt; de ruis bijdrage $(C/N_o)_{im}$, relatief tot het beschikbare zendvermogen kan, zoals gesteld, ook gerelateerd worden aan het beschikbare ontvangen vermogen omdat beide termen tijdens de transmissie evenveel worden verzwakt.
De intermodulatieruisverdeling is in zekere mate doch niet sterk van de modulatie afhankelijk.

De gegeven kromme in fig 4 kan als typisch beschouwd worden.
De up path ruis kan voldoende laag gekozen worden door de versterking van de transponder overeenkomstig laag te kiezen, maar dit verhoogt noodzakelijkerwijs wel het benodigde zendvermogen van de grondstations.

Uit de krommen voor de totale (C/N_o), ontstaan door optelling van de ruisbijdragen, blijkt dat bij een toename in EIRP of G/T van 11 dB de uiteindelijke toename in de optimale waarde voor de $(C/N_o)_{totaal}$ slechts 8.6 dB bedraagt.
Voor de grote Intelsat stations met een $(G/T)_d$= 40.7 dB/°K is die toename nog geringer.

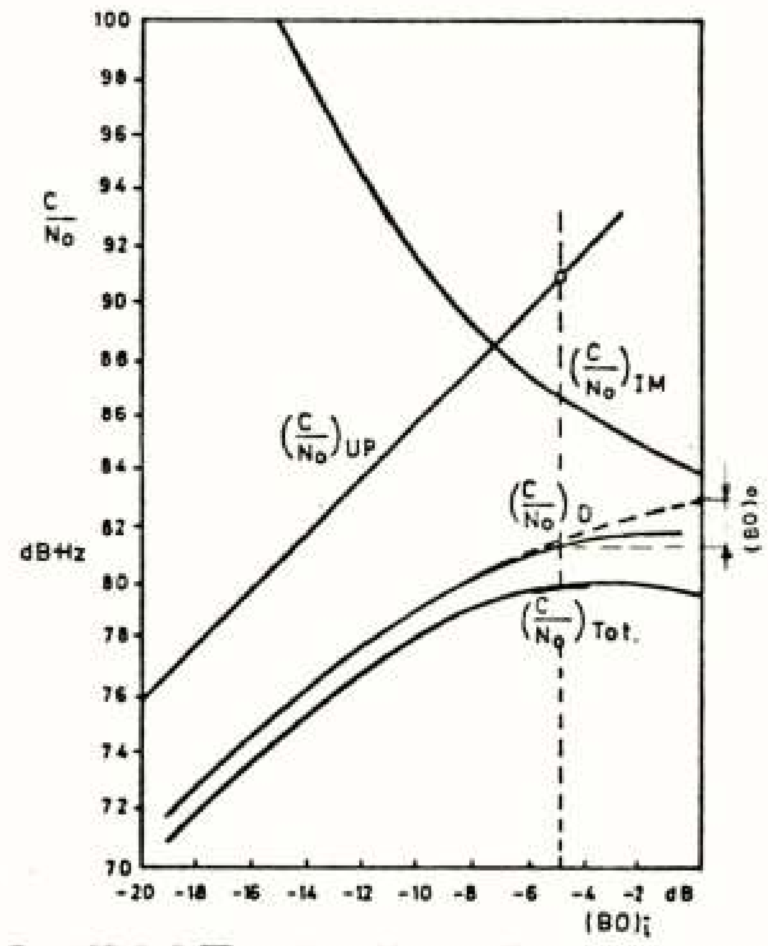


Fig. 5 INTELSAT IV GLOBAL BEAM MULTI-CARRIER OPERATION
G/T = 31.7 dB/°K
OPTIMAL PARAMETERS: BO_i = 4-6 dB; BO_o = 1.9 - 2.3 dB; $(C/N_o)_T$ = 80 dB·Hz
$EIRP_{SAT}$ = 22 dBW

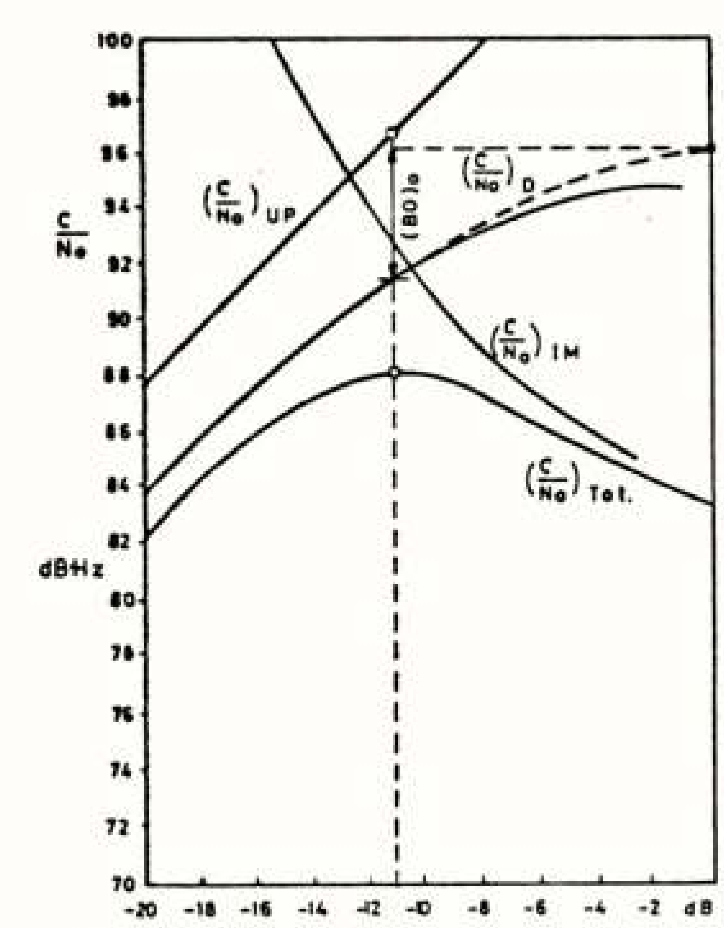


Fig. 6 INTELSAT IV SPOT BEAM MULTI-CARRIER OPERATION
G/T = 31.7 dB/°K
OPTIMAL PARAMETERS: BO_i = 11 dB; BO_o = 4.8 dB; $(C/N_o)_T$ = 88.4 dB·Hz
$EIRP_{SAT}$ = 33 dBW

Bij een verhoging van de $(G/T)_d$ d.w.z. een vermindering van de thermische ruisbijdrage van de grondstation ontvangers wordt de intermodulatieruis bijdrage relatief belangrijker en daarmede bepalend voor de verminderende meeropbrengst in $(C/N_o)_{totaal}$. Systemen met kleine grondstations kennen dit bezwaar in veel mindere mate.

In het kader van deze voordrachten wordt niet verder op TDMA transmissie ingegaan.

Na de optimalisatie van het totaal ontvangen vermogen in relatie tot de ruis is de volgende stap het optimaliseren van dit beschikbare vermogen voor overdracht van informatie door de keuze van en de instellingen van de modulatie.

5. MODULATIE

Bij satellietverbindingen is van de aanvang af frequentiemodulatie toegepast wegens het geringe vereiste zendvermogen, zij het dan ten koste van de benodigde bandbreedte.

Meerkanaalsmodulatie van de draaggolven wordt verkregen door eerst de afzonderlijke telefoonkanalen te stapelen volgens de gebruikelijke frequentie multiplex methode (FDM) en de verkregen basisband FM te moduleren,(FDM-FM), waarna alle draaggolven aan de satelliettransponder toegevoerd worden (FDM-FM-FDMA).

Naast deze transmissie voor grote verkeersbundels zal er in het bijzonder bij de kleinere satellietsystemen vaak transmissie voor verkeer met geringe dichtheid voorkomen, dat dan door een enkelkanaals verbinding kan worden verzorgd (Single Channel Per Carrier SCPC). De aangeboden telefoonsignalen worden hierbij analoog via FM of digitaal via PSK modulatie overgebracht.
Het dynamisch bereik van deze telefoonsignalen wordt daarbij voor analoge overdracht beperkt door compressie en expansie (companding) toe te passen; voor de digitale codering is bij DCDM (Dynamically Controlled Delta Modulation) de companding inherent aan het coderingssysteem.
Bij SCPC systemen kan een besparing op het benodigde zendvermogen bereikt worden door de zender alleen gedurende de spraakperioden in te schakelen. (VOX = Voice Operated Switching).

Veel voorkomende codering en modulatiesystemen kunnen als volgt worden samengevat:

	MULTIPL. CODING.		MOD		ACCESS	
MULTICHANNEL	FDM	-	FM	-	FDMA	(analog)
SINGLE CHANN (SCPC)	COMP		FM	-	FDMA	"
" " "	PCM	-	PSK	-	FDMA	(digital)
" " "	DCDM	-	PSK	-	FDMA	"
	PCM	-	PSK	-	TDMA	"
	"		"		SS/TDMA	"

De optimalisatie van de modulatie t.a.v. het beschikbare vermogen en bandbreedte wordt in fig 7 nader geïllustreerd.
Hierbij is uitgegaan van de eerder verkregen waarde van de optimale $(C/N_o)_{tot}$ voor de totale transponder bandbreedte; wordt dit vermogen gelijkelijk over de band verdeeld dan ontstaan de beschikbaarheidscurven aan de rechterzijde van de figuur.

Het vereiste vermogen voor FDM-FM-FDMA is af te leiden van de bekende formule voor meerkanaals FM overdracht (ref 1):

$$S/N = (C/N_o)_{tot} \cdot B/b \cdot (f_r/f_m)^2 P.W.$$

Aan de linkerzijde van fig 7 is de relatie van $(C/N_o)_{tot}$ tot de vereiste transmissieband-breedte per kanaal omgerekend, uitgezet.
Het snijpunt van beide lijnen vertegenwoordigt dan een optimale instelling voor de FDM-FM modulatie.
Hierbij geldt dan dat vermogen en bandbreedte gelijkelijk zijn gebruikt.

Voor digitale modulatiesystemen met hun vaste instelling van vermogen en bandbreedte eis kan in deze figuur nagegaan worden in hoeverre zulke systemen het beschikbare vermogen en bandbreedte van een transponder-grondstation combinatie optimaal benutten.

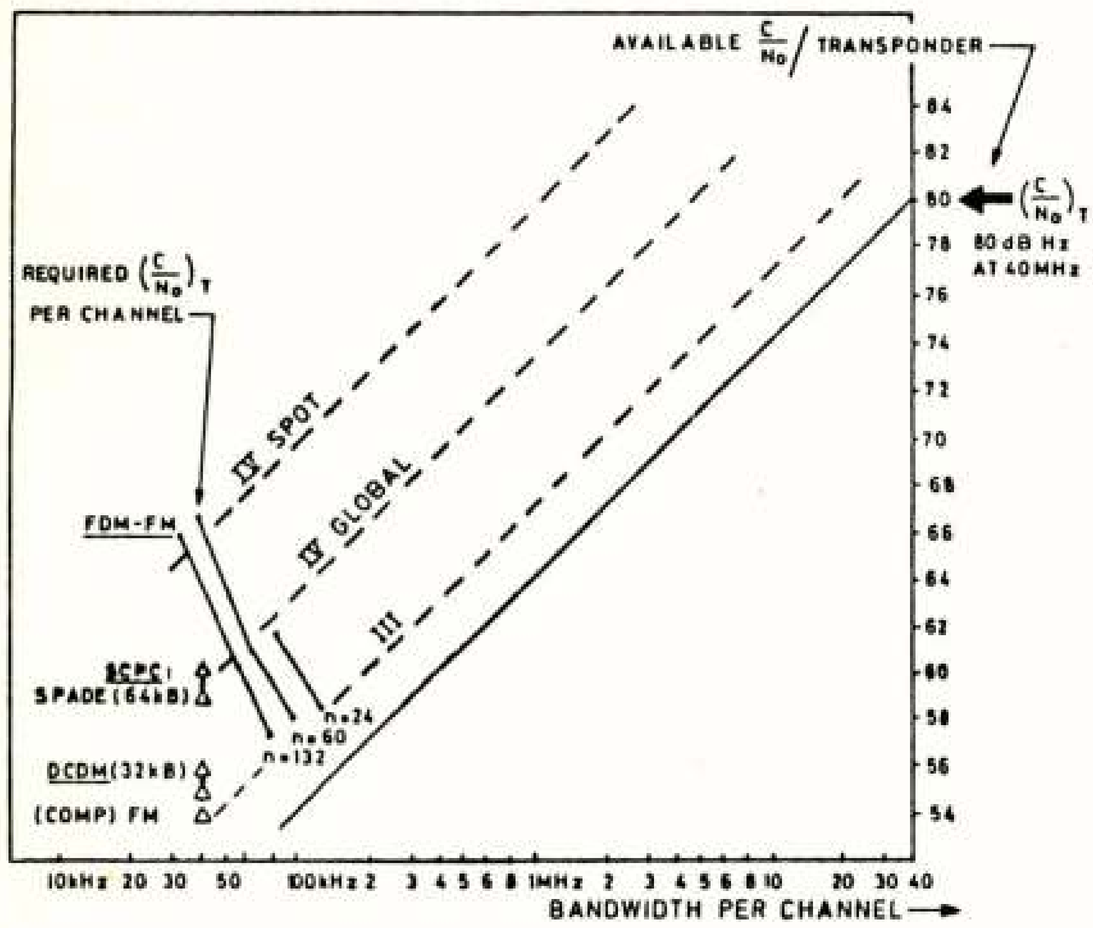


Fig 7 Optimalisatie transponder relayerings capaciteit

In figuur 7 is te zien dat voor de Intelsat instellingen uiteraard een duidelijke aanpassing bestaat; worden echter kleinere grondstations toegepast, zoals bij onderverhuur of leasing, dan ontstaat een relatief tekort aan vermogen (power limitation),- de beschikbaarheidslijn verschuift dan naar rechts.
Men kan die overtollige bandbreedte aan kanalen toewijzen, mits deze kanalen niet voor 100% van de tijd in gebruik zijn, een situatie die vaak zal voorkomen wanneer men deze kanalen in een telefoonsysteem opneemt, omdat dan bij 100% gebruik de kans op een vrij kanaal bij een oproep te gering is.

6. VERKEERSSYSTEMEN

Grote bundels worden bij satelliet systemen permanent in frequentie -bij FDMA- of in tijdsleuven- bij TDMA- toegewezen.
Voor de kleinere bundels in SCPC is de vaste toewijzing (preassignment) niet altijd gerechtvaardigd, óf omdat het verkeer naar vaste bestemmingen te gering is, óf omdat men juist verkeer naar verschillende bestemmingen beoogt.
Voor dit doel is de verkeersvorm Demand Assignment, ontwikkeld, waarbij een kanaal eerst na aanvraag wordt toegewezen.
Door deze Demand Assignment systemen is het dwarsverkeer als een van de opvallende mogelijkheden van satellietverkeer eerst goed mogelijk geworden.

Deze verkeersvorm, die elders in deze voordrachtenreeks nader wordt toegelicht brengt een zekere complexiteit met zich mee.
Er bestaat daarom een zekere aarzeling voordat tot deze verkeersvorm wordt overgegaan.
Men maakt dan gebruik van handbediende systemen of wijst zolang er nog voldoende relayeercapaciteit aanwezig is, extra kanalen toe.
In hoofdstuk 5 is verder een mogelijke tussenvorm aangegeven, wanneer er van vermogen en bandbreedte geen gebalanceerd gebruik wordt gemaakt.

Een moeilijkheid bij Demand Assignment is dat de meeste telefonie signaleringssystemen feitelijk niet voor dit soort verkeer zijn ingericht, omdat voorafgaande aan de verbindingsopbouw het grondstation van bestemming aan het uitzendende grondstation moet worden medegedeeld en de routering overeenkomstig moet worden aangepast.
Dit speelt vooral bij kleine regionale of domestic systemen een rol.

Ref. J.L.Dicks c.s. Comsat Technical Review
Vol 2 Number 2 Fall 1972 p 439 e.v.

Voordracht gehouden op 5 juni 1980 bij Philips Telecommunicatie Industrie te Huizen, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 290), de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux sectie IEEE.

MODULATIEMETHODEN IN SINGLE CHANNEL PER CARRIER (SCPC) APPARATUUR VOOR GRONDSTATIONS

Ing. F.L. van den Berg
Philips' Telecommunicatie Industrie B.V.

Modulation methods in single channel per carrier (SCPC) equipment for earthstations. In this article firstly the drawbacks of an FDM system for thin route satellite traffic are mentioned. Three systems currently in use are described: PCM/PSK, DELTA/PSK, COMPANDED FM. Advantages and disadvantages are summed up.

NADELEN VAN HET FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX (FDM) SYSTEEM BIJ TOEPASSING IN KLEINE GRONDSTATIONS

Aangezien in wezen de satellietcommunicatie een uitbreiding is van de straalzendercommunicatie, lag het voor de hand het gebruikelijke FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX (FDM) - systeem voor spraak, toe te passen bij satelliet-verbindingen.

Bij dit systeem wordt, zoals bekend verondersteld, elk laagfrequent telefoniesignaal met een band van 300-3400Hz door filtering en enkelbandmodulatie naast elkaar geplaatst in een basisband, op 4kHz afstanden van elkaar; de onderste kanaalfrequenties in de basisband worden niet gebruikt. Zo wordt een 24 kanaals systeem gelegd in de frequentieband van 12 tot 108kHz., een 60 kanaals systeem in de band 12 tot 252kHz enz.

De zo gevormde basisband wordt voor transmissie via straalzender of satelliet in zijn geheel FM-gemoduleerd, onder de benaming FDM/FM. Een veel gebruikte middenfrequentie waarop dit gebeurt is 70MHz.
De in beslag genomen bandbreedte hangt uiteraard af van de FM-zwaai en van het aantal kanalen.

In de hierna volgende beschouwingen baseren wij ons op het gebruik van de Intelsat IV communicatiesatelliet. Deze satelliet bevat 12 transponder kanalen, elk 36MHz breed; de totale bandbreedte is 500MHz. De up-link ligt in het frequentiegebied rond de 6GHz, de down-link rond 4GHz. Het verschil wordt bepaald door de locale oscillator in de satelliet op 2,225GHz.

Bij een volledige bezetting van een transponder van 36MHz door 1 FM draaggolf is de maximum capaciteit 972 kanalen. Het middenfrequentie-signaal ligt hierbij in de band van 52 tot 88MHz. Veelal is deze capaciteit te groot voor één grondstation. Meerdere stations kunnen gebruik maken van één transponder. Hierbij heeft elk station door juiste frequentieomzetting vanaf de middenfrequentie een gedefinieerde plaats in de transponderband.

Er is door Intelsat een verdeling gemaakt in afgeronde getallen. Men kent bandbreedtes van 2,5MHz voor 24 spraakkanalen, 5MHz voor 60 spraakkanalen, enz., dit loopt door tot een 36MHz band.

Is er onderling verkeer tussen meer dan twee stations, hetgeen bijna altijd het geval is, dan is de verbindingsopbouw als volgt.

Elk station zendt 1 bundel op 1 FM gemoduleerde draaggolf-frequentie; de bestemmingen zijn echter naar meerdere stations tegelijk. Hiervoor is 1 zg. upconverter + high power amplifier nodig (voorzover zich dit verkeer in één transponderband afspeelt). Dit genoemde station krijgt van die meerdere tegenstations verschillende draaggolf-frequenties binnen. Er zijn dus evenveel zg. downconverters nodig als tegenstations draaggolven hebben met kanalen bestemd voor het eerstgenoemde station. Deze meervoudige toegang in het frequentiedomein heet afgekort FDMA, ofwel Frequency Domain Multiple Access; het gehele systeem is nu FDM/FM/FDMA.

Voor een netwerk met veel kleine grondstations, met een aantal kanalen variërend van één tot enkele tientallen per station, heeft dit FDM systeem enkele grote nadelen.

1. De kleinst gebruikte bandbreedte is 2,5MHz. In een netwerk met veel stations heeft men zodoende gauw meerdere satelliettransponders nodig. Men zou een basisbandstapeling met minder kanalen kunnen overwegen, bv. stapelingen van 3-6-9 enz. kanalen. Het is echter duidelijk dat bij zo weinig kanalen het principe van de basisbandstapeling met de daarbij benodigde gemeenschappelijke apparatuur (frequentiegenerator etc.) zijn nut begint te verliezen.
2. Eveneens een nadeel is het grote aantal kostbare downconverters dat zelfs in het kleinste station nodig is om alle tegenstations te kunnen ontvangen. Men zou dit kunnen omzeilen door maar één downconverter te gebruiken en de uitsplitsing hierna te bewerkstelligen; dit kan dan door voor elk ontvangen tegenstation het downconverter-signaal met een hulpfrequentie, bv. van een synthesizer, naar een vaste tweede

middenfrequentie, bv. 47MHz te converteren. Men heeft dan wel nog op die tweede middenfrequentie voor elk ander aantal kanalen een ander bandfilter nodig.

Deze gedachtengang extrapolerend komt men eigenlijk vanzelf op het SCPC-systeem: geeft elke laagfrequentkanaal zijn eigen draaggolf. Men stapelt de spraakkanalen niet meer in de basisband maar moduleert ze direct op een eigen draaggolf in de 70 ± 18MHz band. Deze opbouw heeft de benaming SCPC gekregen, Single Channel Per Carrier. De draaggolven liggen naast elkaar in het frequentiedomein, dus SCPC/FDMA.

Men is met dit systeem veel flexibeler. Elke SCPC-kanaaleenheid in een station kan met elke kanaaleenheid in een willekeurig ander station worden verbonden door een éénmalige instelling van de kanaalfrequenties. Een nog hogere graad van flexibiliteit en daardoor efficiency bereikt men door de kanaalfrequenties pas toe te kennen als er een gespreksaanvrage is.

Er zijn tot op heden drie verschillende SCPC-systemen ontwikkeld, waarvan er twee gebruikt worden voor binnenlands (domestic) verkeer.

SPADE-SYSTEEM

Voor internationale netwerken werd in het begin der zeventiger jaren een systeem ontwikkeld dat bekend staat onder de naam SPADE (Single channel per carrier PCM multiple Access Demand assigned Equipment). Dit systeem is in de grote internationale grondstations in gebruik voor verkeer met kleinere stations, in één satelliettransponder, naast het hoofdverkeer dat in andere transponders met FDM afgehandeld wordt.

Bij het SPADE-systeem (zie fig. 1) wordt het analoge spraaksignaal pulscode gemoduleerd. De bemonsteringsfrequentie is 8kHz, de analoog-digitaalconversie geschiedt met een 7-bits code, in tegenstelling tot de op landlijnen gestandaardiseerde 8-bits code. De bitstroom is dus 56 i.p.v. 64kb/s. Deze bitstroom wordt echter toch omgezet in een 64kb/s stroom om ruimte te scheppen voor synchronisatiewoorden, de zg. SOM (Start Of Message) woorden. Deze SOM-woorden dienen onder andere om het 8kHz raster aan te geven.

Het 64kb/s digitale signaal wordt hierna 4ϕ PSK gemoduleerd op een vaste middenfrequentie. Deze frequentie wordt door menging met een synthesizer-signaal op een willekeurige plaats in het 52-88MHz spectrum gelegd. De afstanden tussen twee carriers bedraagt 45kHz, er gaan dus 800 kanalen in een 36MHz transponder.
Alle kanalen van een grondstation worden gecombineerd en worden met 1 upconverter in de 6GHz band gebracht. Er is ook maar 1 downconverter nodig voor alle ontvangen signalen. De demodulatie geschiedt weer op een vaste frequentie. Het SOM-woord wordt hier gebruikt om de bij het PSK modulatie-demodulatieproces verloren gegane phaserelaties terug te winnen.

Het SPADE-systeem is dus een PCM/PSK/FDMA-systeem. Voor nog grotere flexibiliteit worden de frequenties van de kanaalapparatuur pas toegewezen op het ogenblik dat deze voor een gesprek belegd worden, het zg. DAMA-systeem; hierdoor kunner er meer kanaalapparaten in het netwerk worden opgenomen dan dat er frequenties zijn.

Tenslotte is er nog een VOX, ofwel een Voice Operated Switch, aangebracht, die de draaggolf alleen uitzendt tijdens spraak. Houden we er rekening mee dat in een gesprek tussen twee telefoonabonnees er steeds maar één aan het woord is, dan betekent dit in de satelliet een energiebesparing van 50%. Door afvallen tussen zinnen in etc., is de besparing nog iets hoger nl. 60%. Dit leidt tot een zg. activity factor van 4dB; of anders gezegd, het maximum aantal kanalen bij gebruik van de VOX is 2,5maal zo groot, indien de satelliet power-limited is.

Dit SPADE-systeem is betrekkelijk duur en gecompliceerd. Men moet nl. per kanaal coderen, PSK moduleren en demoduleren; vooral de synchronisatie eist een groot aantal onderdelen. Het steeds opnieuw zeer snel invangen van de demodulator, als gevolg van het in- en uitschakelen van de draaggolf op spraak, stelt zware eisen aan de carrier- en bit-recovery.

Voor eenvoudige kleine grondstations heeft men daarom onderzocht welke modulatiemethoden beter geschikt waren. Twee methoden zijn daarbij naar voren gekomen:

1. Delta encoding van de spraak met er op volgende 4 fase PSK, onder de benaming DCDM/PSK/FDMA.
2. FM modulatie van de spraak, met companding, het zg. CFM/FMDA.

DELTA SCPC

De delta encoder werkt met een bitrate van 32kb/s, hetgeen de helft is van wat nodig is bij PCM. Hierdoor kan de kanaalafstand tot de helft teruggebracht worden en zijn er geen 800 maar 1600 kanalen in een 36MHz transponder onder te brengen, vooropgesteld dat er geen vermogensbegrenzing optreedt.

Er zijn geen synchronisatiesignalen nodig wegens het ontbreken van een raster. Door differentiële encoding van het PSK signaal kent het PSK demodulatieproces geen foute fase relaties. Tenslotte werkt delta coding nog bij een B.E.R. van 10^{-2}, terwijl bij PCM bij 10^{-4} de grens ligt. De Philips Voice Channel Unit VCU, is opgedeeld in drie modules, de VCU-Codec, de VCU-PSK modulator en de VCU-PSK demodulator, zie fig.4.

De Codec bevat de delta coder en -decoder, beide bestaande uit één type geïntegreerd circuit. Zoals bekend wordt bij delta coding de spraak in een serie bitstroom omgezet waarin een "1" een stijging in de momentele waarde van het spraaksignaal betekent en een "0" een daling. Een afwisselend 1 en 0 patroon betekent een afwezigheid van spraak. Bij een constante stapgrootte van een bit is het dynamisch bereik van de delta codec klein; door de stapgrootte te laten variëren, analoog aan het gemiddelde niveau van het spraaksignaal, wordt het dynamisch bereik aanzienlijk verbeterd. Deze companding heeft plaats als 4 of meer achtereenvolgende bits gelijk zijn: Digitally Controlled Delta Modulation (DCDM).

Gedurende afwezigheid van spraak produceert de coder het 101010 patroon. Bij modulatie van een 4 fase differentieel gecodeerd PSK-systeem gaat de draaggolfreferentie in de PSK demodulator verloren, de vector draait nl. met een snelheid van 8kHz, waardoor in feite de draaggolf 8kHz verschuift en uit phase lock raakt. Om dit te voorkomen is een simpele codeconvertor achter de delta coder geschakeld, die het 101010 patroon omzet in een constant "1" patroon. Een complementaire schakeling voor de delta decoder zorgt weer voor juiste terugzetting.

De 32kb/s stroom wordt vervolgens in de modulatorunit gesplitst in twee 16kb/s stromen. Elk 16kb/s signaal wordt via een datafilter naar een mengtrap geleid. Een hulposcillator op 47MHz stuurt beide mengtrappen; het oscillatorsignaal naar één van de mengtrappen is 90^0 in fase gedraaid. Elke mengtrap produceert een 2 fase ($0-180^0$) gesleuteld signaal. Na sommatie van beide signalen ontstaat het 4 fase signaal ($0-90-180-270^0$). Dit signaal wordt vervolgens omgezet in het IF signaal tussen 52-88MHz. Hiervoor zorgt een synthesizer die instelbaar is in stappen van 22,5kHz. Deze synthesizer is te programmeren via een inplugbaar plaatje met 4 schakelaars, één voor elke digit van het kanaalnummer (0-1600). Als i.p.v. pre-assigned (vaste frequentie) DAMA wordt gewenst moet een plaatje worden ingeplugd zonder schakelaars maar met IC's voor uitlezing van de door de processor binair aangeboden kanaalnummers.

Het middenfrequent uitgangsniveau van de modulator kan op twee verschillende waardes worden ingesteld, ook via het DAMA-systeem, afhankelijk of men naar een station met grote antenne of kleine antenne in hetzelfde netwerk zendt.

Omdat de absolute fase van het demodulator ingangssignaal onbekend is (er wordt nl. geen referentie meegezonden), wordt de informatie overgebracht door middel van fase veranderingen ten opzichte van de voorgaande fase positie (differentiële encoding). In de uitgang van de modulator is een electronische schakelaar opgenomen die bediend wordt door de spraak. Deze VOX of voice operated switch is benodigd voor power saving. De opkomtijd van de schakeling is eindig. Clippen aan het begin van de spraak wordt voorkomen door deze spraak te vertragen in een schuifregister in de data bitstroom. De draaggolf wordt hierdoor reeds uitgezonden nog voordat de modulatie aanwezig is; het begin van een lettergreep wordt hierdoor ook goed weergegeven. Het steeds in- en uitschakelen van de draaggolf heeft aan de ontvangzijde het nare gevolg dat de draaggolf en het klok circuit steeds zeer snel moeten invangen. Om dit te vergemakkelijken is in de modulator een pre-amble circuit opgenomen. De pre-amble wordt gegeven elke keer dat de draaggolf in komt en bestaat uit 4ms ongemoduleerde draaggolf en 4ms fase wissels; hierna komt de datastroom.

De PSK-demodulator krijft het 52-88MHz signaal van de downconverter aangeboden. Het signaal wordt tweemaal omlaag gemengd tot een voor de eigenlijke demodulatie geschikte frequentie van 450kHz. De synthesizer van de eerste menging is gelijk aan de synthesizer in de zendtak. Het is in principe mogelijk met één synthesizer in zend- en ontvangtak te volstaan maar dan is een starre frequentieparing nodig, hetgeen niet plezierig is. De eerste mengtrap mengt naar 47,45MHz; hier wordt gefilterd. De oscillatorfrequentie van 47MHz die de tweede menging verzorgt, is gelijk aan die van de zendzijde en wordt door een centrale locale oscillator geleverd. Het 450kHz bandfilter is enige kanalen breed, waardoor geen groeplooptijd egalisatie nodig is. De eigenlijke nabuur kanaalonderdrukking wordt bereikt met de reeds eerder genoemde datafilters.

Voor carrier recovery en data demodulatie wordt gebruik gemaakt van een dubbele Costas loop. Het signaal wordt aan twee mengtrappen aangeboden; deze worden gestuurd door de stabiele 450kHz geregenereerde draaggolf, één van beide mengtrappen nog via een 90^0 draaiend netwerk. Achter deze mengtrappen staat het gedemoduleerde signaal. Er zijn aparte filters aangebracht in de carrier loop, die minder fase verschuiving geven dan de datafilters. Na de juiste vermenigvuldiging in beide takken en additie ontstaat de regelspanning voor de 450kHz VCO. De lusbandbreedte is laag, ca. 100Hz, om de eis betreffende de Bit Error Rate te halen. Door deze lage afsnijfrequentie is een aparte snelle vanglus nodig. Hiervoor wordt tijdelijk maar 1 tak van de dubbele Costas lus gebruikt, deze tak wordt ten behoeve van het invangen breedbandig gemaakt. Na ca. 3ms wordt overgeschakeld op de smalle dubbele lus.

Het klok-recovery circuit bestaat hoofdzakelijk uit een kristal oscillator met vaste frequentie gevolgd door een deler naar de 32kHz klokfrequentie en een early-late detector. De early-late detector controleert of de klok fase te vroeg of te laat is ten opzichte van

de binnenkomende datastroom en voegt in de deler één puls toe per databit of trekt ze af, waardoor de klokfrequentie bijgeregeld wordt. Invangen gaat vlug genoeg, ca 2ms. De jitter op de klok is dan echter te hoog. Hierdoor zijn de kwantiseringsstappen van de deltadecoder niet gelijk, hetgeen de kwantiseringsruis vergroot. Door na 4ms de regelsnelheid te reduceren (1 bijregelpuls na 32 databits) wordt dit verschijnsel praktisch geëlimineerd. De gedemoduleerde datasignalen, gefilterd door de datafilters, worden naar een beslissingscircuit geleid van de bit regenerator en differentiëel gedecodeerd, hierna worden de twee kanalen weer samengevoegd. De DELTA decoder tenslotte levert het analoge signaal op.

In het laagfrequent moduul (codec) is een echosper ingebouwd; deze is volgens CCITT G161 ontworpen. In de zendzijde is een schakelaar in de analoge signaalweg die de spraak onderdrukt wanneer de kanaalunit vanuit de ontvangzijde wordt besproken. Reflecterende signalen op de tweedraadsweg kunnen zodoende niet teruggezonden worden. Bij in de rede vallen wordt de schakelaar weer gesloten maar in de ontvangtak 6dB verzwakking aangebracht. Omdat in de ontvangtak van de tegengestelde VCU ook 6dB verzwakking is, wordt de echo dus 12dB verzwakt weergegeven, terwijl het spraaksignaal slechts 6dB wordt verzwakt. Omdat de CCITT niet met de zeer lange echotijden van 0,6sec rekening had gehouden, moesten wijzigingen worden aangebracht in houdtijden van enige schakelingen.

Een tone-disabler is ingebouwd voor het geval inband voice frequency data aangeboden wordt. Hij maakt de echosper onwerkzaam als een korte disabling toon van 2100Hz wordt aangeboden bij het begin van de datastroom. Na verwijdering van de toon blijft de echosper onwerkzaam zolang de datastroom aanhoudt.

Lijnsignalering is eveneens ingebouwd, Vanwege het feit dat de draaggolf afgeschakeld moet zijn, indien er geen informatie wordt doorgegeven moet een continu signalering omgezet worden in pulssignalering. Deze signalering is geen buiten de band signalering. Indien dit vereist zou zijn, zou de digitale bitstroom van de DELTA-coder moeten worden gemultiplexd met signaleringsbits; dit betekent echter een aanzienlijke complicatie, en een groot voordeel van DELTA-modulatie ten opzichte van PCM, nl. geen raster vereist, gaat verloren. Tariefpulsen tijdens het gesprek zijn hoorbaar. Nu zal bij de hoofdzakelijk binnenlandse verbindingen van het SCPC-systeem de frequentie van deze meteringpulsen laag zijn, wenselijk zijn ze echter niet. Bij datatransmissie echter zijn ze in het geheel niet toelaatbaar. De signalering zelf bestaat uit 16msec lange pulsen; er is een startpuls van 16ms gevuld met pseudo-random ruis van 32 kb/s en een stoppuls van 16msec met geïnverteerde speudo-random ruis. Elke verandering op de M-draad wordt aangegeven met één van beide pulsen. Belegging van de lijn bijvoorbeeld veroorzaakt een startpuls en afbellen een stoppuls. Een kiespuls van 60ms wordt dus een stoppuls van 16ms en een startpuls van 16ms. Door deze schakeling maakt het niet uit of continue of pulsvormige lijnsignalering wordt toegepast. Aan de ontvangstzijde wordt de spraakweg onmiddellijk afgeschakeld na herkenning van het lijnsignaal, zodat dit niet doordringt in de spraak; de spraak wordt wel 16ms onderbroken.

Tenslotte wat betreft deze DELTA-modulatie nog enige electrische eigenschappen. De signaal kwantiseringsruisverhouding is beter dan 29dB over een bereik van 0 tot -30dB bij een testtoon van 780Hz psofometrisch gemeten.

De bit error rate is beter dan 1×10^{-4} bij een Eb/N_o van 11dB, ofwel een C/N_o van 56dBHz. Bij een B.E.R. van 1×10^{-2} is de vereiste C/N_o 52,5dBHz; bij deze waarde is de spraak nog goed verstaanbaar maar het invangen van de demodulator mislukt af en toe. Bij een B.E.R. van 1×10^{-3}, C/N_o = 54,5dBHz heeft men met invangen praktisch geen problemen. In verband met regendemping moet de linkberekening echter worden opgezet voor B.E.R. 10^{-4}, dus C/N_o = 56dBHz.

COMPANDED FM-SCPC

In een tijd waar voor nieuwe technieken sterk de voorkeur uitgaat naar digitale oplossingen is het verwonderlijk dat men teruggrijpt naar het analoog FM-systeem voor modulatie en demodulatie. Toch blijkt achteraf dat dit het goedkoopste en eenvoudigste systeem is voor SCPC domestic satelliteverbindingen en tevens dat dit een meer "transparant" systeem is dan het DELTA-systeem in die zin dat het gebruikelijke verkeer voor telefoonlijnen, dus naast spraak ook voice frequency telegrafie, voice frequency data en spraak + telegrafie (op dezelfde lijn) het minst hinder ondervindt. Vooral in landen waar de domestic satelliteverbindingen veel gebruikt zullen worden, dus grote landen op plaatsen met geringe bevolkingsdichtheid, is het van belang de techniek eenvoudig te houden. In de buitenstations is over het algemeen weinig geschoold personeel te vinden voor onderhoud.

Alvorens de spraak aan de FM-modulator toe te voeren wordt deze eerst in een verhouding van 2dB op 1dB gecomprimeerd. Na demodulatie volgt expansie in de verhouding 1dB op 2dB om het oorspronkelijke signaal weer terug te krijgen. De ruis die door de satellietverbinding aan het signaal wordt toegevoegd zal daardoor bij zwakkere spraaksignalen minder overheersen; bij sterke signalen treedt echter geen verbetering op. Subjectief beluisterd lijkt echter de verbinding over het geheel genomen ruisvrijer te zijn.

De zg. companderwinst bedraagt 17dB, hoewel deze waarde aanvechtbaar is. De CCITT legt een maximum ruisniveau vast van 10.000pW ofwel -50dBm, psofometrisch gemeten. Door de companderwinst is de benodigde signaal ruisverhouding ten opzichte van een 0dBm testtoon dus 33dB. Mede door toepassing van pre- en de-emphasis van de laagfrequent frequentie karakteristiek blijkt het mogelijk te zijn deze 33dB te bereiken met een betrekkelijk kleine FM-modulatie index, hierdoor is de benodigde bandbreedte klein. Een spacing van 22,5kHz tussen de kanalen, zoals bij DELTA-modulatie, kan gerealiseerd worden, hoewel op het ogenblik meestal nog met hogere waarden wordt gewerkt, zoals 60kHz, 45kHz en 30kHz. Deze 30kHz is zowel uit een oogpunt van zoveel mogelijk kanalen in een transportband als zo klein mogelijk energiebehoefte per kanaal een aantrekkelijke waarde.

Men ziet in fig. 2 enige grootheden weergegeven die van belang zijn bij de keuze van het kanaalraster. Men wil uiteraard zoveel mogelijk kanalen in een transponderband, hetgeen voor een kanaalraster van 22,5kHz met 1600 kanalen pleit. Dan is echter de vereiste draaggolfenergie nogal hoog C/N_o = 57dBHz, indien tenminste een ruisbelasting van 10.000pW ($S/_N$ = 33dB) moet worden aangehouden. Bij een afstand van 30kHz (1200 kanalen) is de vereiste C/N_o gunstiger (55dBHz) en zit men voldoende boven de 1dB FM-drempel, ook boven het punt waar het aantal klikken aanvaardbaar is. Bij het 45 en 60kHz raster zou men wat betreft de laagfrequentruis met een zwakkere draaggolf kunnen volstaan, maar dan komt men te dicht bij de 1dB drempel, zodat er weinig fading marge overblijft, bovendien wordt de klikfrequentie te hoog. Daarom kan men voor het 45 en 60kHz raster niet lager gaan dan C/N_o = 54,5dBHz, en hiermee zijn deze beide rasters eigenlijk een verkeerde keus.

Een kanaaleenheid bestaat net zoals bij DELTA SCPC uit drie modules, te weten een Voice Frequency Unit, een FM-modulator en een FM-demodulator, zie fig. 5. Uiteraard zijn weer aanwezig een echosper met tone disabler, een VOX schakeling en een signaleringeenheid.

Het blokschema volgend zien we in de zendtak een 2 op 1 compressor volgens CCITT G162. Deze compressor bestaat uit één enkel geïntegreerd circuit met enige discrete componenten. Hierop volgt een pré-emphasis van 6dB per octaaf met een 3dB punt op 1000Hz. Ter vermijding van nabuur kanaalstoring door te grote zwaai wordt het signaal vervolgens begrensd. Een 16ms vertraging d.m.v. een analoge vertragingslijn (emmertjes geheugen) voorkomt clippen aan het begin van spraak bij inzetten van de VOX.

Frequentiemodulatie geschiedt op een oscillator van 47MHz; dit is een LC oscillator waarvan de gemiddelde frequentie constant wordt gehouden door vergelijking in een phase-lock loop met een zeer stabiele voor alle kanaalunits gemeenschappelijke 47MHz generator. De zwaai is op 4 waarden instelbaar voor de 4 verschillende kanaalrasters. In een mengtrap tenslotte wordt het signaal met behulp van de zendsynthesizer in het juiste kanaal tussen 52 en 88MHz gebracht.

De demodulatoringang is gelijk aan die van de DELTA SCPC demodulator. Door de ontvangsynthesizer wordt het gewenste kanaal in de 52-88MHz band gemengd naar ca 47,45MHz en van daaruit met behulp van de gemeenschappelijke 47MHz naar 450kHz. Hier bevindt zich het kanaalfilter met bandbreedtes van 19kHz bij het 22,5kHz raster tot 30kHz voor het 60kHz raster. Het filter is door omzetten van plugjes op 4 breedtes instelbaar. Na een limiter wordt het signaal toegevoegd aan de FM-demodulator in de vorm van een drempel verlagende demodulator (TED of Threshold Extension Demodulator), een betrekkelijk eenvoudige phase-lock loop. De drempelverlaging bedraagt 3 à 4dB ten opzichte van een conventionele discriminator. Nu is het wel zo dat men niet precies op de drempel kan werken vanwege het grote aantal klikken dat dan optreedt; enige dB's naar boven is het aantal klikken voldoende gereduceerd. De demodulator is ook weer instelbaar op de verschillende kanaalrasters door omzetten van U-links op de prentplaat. Het uit de demodulator verkregen laagfrequentsignaal passeert een 3400Hz laagdoorlaatfilter ter onderdrukking van de ruis en 3825Hz signaleringstoon, vervolgens de dé-emphasis schakeling, een 200Hz hoogdoorlaatfilter voor verwijdering van eventuele brom en laagfrequent stoorcomponenten en wordt uiteindelijk in de juiste dynamiek gebracht met de 1 op 2 expander.

Een squelch schakeling zorgt voor ruisonderdrukking gedurende de tijd dat de draaggolf door de VOX onderbroken is. Hiertoe wordt de ruis gemeten in een laagfrequent band van ca. 6 tot 10kHz na de Threshold Extension Demodulator. Deze ruis is zeer geprononceerd aanwezig bij wegvallen van de draaggolf of bij lage C/N_o. De uitschakelklik bij wegvallen van de draaggolf wordt onderdrukt door analoge vertraging in het spraakcircuit, door middel van een emmertjes geheugen.

De lijnsignalering kan buiten de spraakband worden gehouden op de standaard frequentie van 3825Hz. Toevoeging van dit signaal in de spraakweg is na de compressor, zodat de compressorinstelling niet beïnvloed wordt door signalering tijdens de spraak.

Aan de ontvangzijde kan de 3825Hz toch niet doordringen op de expander door het 3400Hz laagdoorlaatfilter. Tariefpulsen tijdens de spraak zijn volkomen onhoorbaar. De signaleringsunit accepteert alleen lijnpulsen; een continue lijnsignalering moet dus eerst omgezet worden in pulsen: beleg en afbelpulsen.

VERGELIJKING DELTA SCPC - FM SCPC

Voor de vergelijking zal men uitgaan van een kanaalraster van 22,5kHz voor beide, omdat dan het max. aantal kanalen mogelijk is, nl. 1600. De operationele B.E.R. = 1×10^{-4} bij de DELTA SCPC wordt bereikt bij 56dBHz. Hierbij is FM enigszins in het nadeel, hoewel bij gelijke C/N_O = 56dBHz de S/N bij FM slechts 1dB te laag is.

De spraakkwaliteit, weergegeven via een goede kwaliteit luidspreker is bij deze C/N_O bij DELTA beter dan bij FM. Bij het DELTA-systeem heeft men twee soorten ruis; de kwantiseringsruis, veroorzaakt door de DELTA coding met een eindige bitfrequentie, en een pulsvormige ruis, veroorzaakt door bitfouten in de transmissieweg t.g.v. ruis in de satellietverbinding. De verhouding signaal/kwantiseringsruis blijft door een goede companderwerking van de DELTA-coder vrij constant over een groot niveaugebied. De pulsstoringen zijn bij een B.E.R. van 10^{-4} en zeker bij 10^{-5} niet hinderlijk.

Bij FM heeft men geen last van kwantiseringsruis en dus alleen van de ruis van de satellietverbinding. Hoewel uitgegaan wordt van een gemiddelde ruisbelasting van de transmissieweg van -50dBm is de S/N verhouding zeker geen 50dB bij 0dBm testtoon.

Door de compander"winst" van 17dB (subjectief) meet men slechts 33dB S/N bij 0dBm0 testtoon. Door de 2 op 1 compander is bij -40dBm0 testtoon de S/N dus nog maar 13dB. Bij dit lage niveau is de FM SCPC 12dB in het nadeel t.o.v. DELTA SCPC.

Dit is weergegeven in fig. 3. Hierbij is uitgegaan van C/N_O = 56dBHz. Verhoging van het draaggolfvermogen (C/N_O) heeft niet snel beter resultaat. De DELTA SCPC kromme is weergegeven bij een testfrequentie van 1000Hz; bij een lagere frequentie van bijv. 500Hz is de S/N nog aanzienlijk beter.

Door een scherpere companding bij FM te nemen, bijv. 4 op 1 (dB) gaat de S/N kromme beter horizontaal lopen; echter zijn dan instabiliteiten op het satelliettraject van grotere invloed, ze worden immers een factor 4 (in dB's) groter t.g.v. de expander in de ontvangtak. Een oneindige compressie geeft het Lincomplex-systeem; dit systeem wordt toegepast op HF radioverbindingen; de S/N blijft hier constant bij variërend laagfrequent ingangssignaal, weliswaar mag het hulpsignaal, die de mate van compressie aangeeft, niet te veel worden gestoord.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat bij een gesprek via normale telefoontoestellen de verschillen in spraakkwaliteit tussen DELTA en FM minder opvallen. Een probleem dat bij FM veel eenvoudiger ligt dan bij DELTA PSK is het invangen van de demodulator. Door de VOX wordt op spraak de RF draaggolf van de modulator aan- en uitgeschakeld.

De lusbandbreedte van de Threshold Extension Demodulator bij FM is veel groter (10kHz) dan de lusbandbreedte van de PSK carrier extraction loop (ca. 100Hz). Bij FM is geen pre-amble nodig en invangen gaat binnen 1ms. Wordt bij de PSK demodulator de pre-amble gemist door te hoog ruisniveau, dan komt de demodulator daarna nog maar slecht in.

Tenslotte nog een overzicht van voor- en nadelen van DELTA en FM in onderstaande tabel.

	DELTA	FM
KANAALRASTER	22,5kHz	22,5kHz
AANTAL KANALEN IN 36MHz	1600	1600
OPERATIONELE C/N_O	56dBHz (B.E.R. = 10^{-4})	57dBHz (S/N = 33dB)
S/N BIJ ZWAKKE SPREKERS	GOED	MATIG
TARIEFPULSEN	HOORBAAR	NIET HOORBAAR
SPRAAK + 1-5 KANALEN TG	NIET MOGELIJK	MOGELIJK
FSK TELEGRAFIE	12 KANALEN 50 BAUD	24 KANALEN 50 BAUD
VF DATA	TOT 2400b/s	4800b/s ev. 9600
DATA TRANSMISSIE >48kb/s	32kb/s TE LAAG	NIET MOGELIJK
MOGELIJKHEDEN CRYPTO	DIRECT OP 32kb/s	NIET AANWEZIG
ENERGIEVERDELING HF	REDELIJK	SLECHT BIJ ZWAKKE SPREKERS
TECHNIEK	VRIJ GECOMPLICEERD (PSK)	EENVOUDIG
PRIJS KANAALEENHEID	CA 7% HOGER DAN FM PRIJSVERSCHIL VALT WEG T.O.V. OVERIGE APPARATUUR	

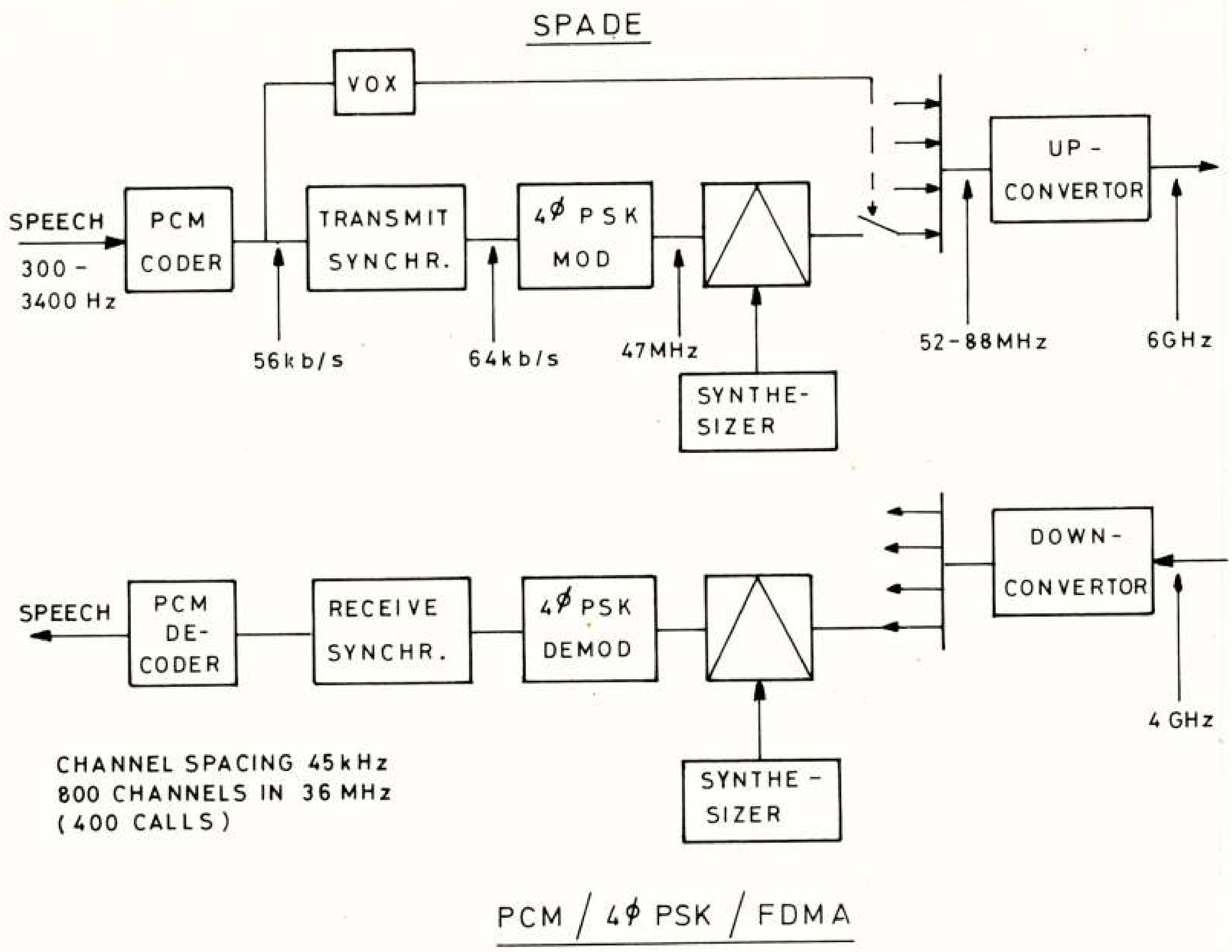
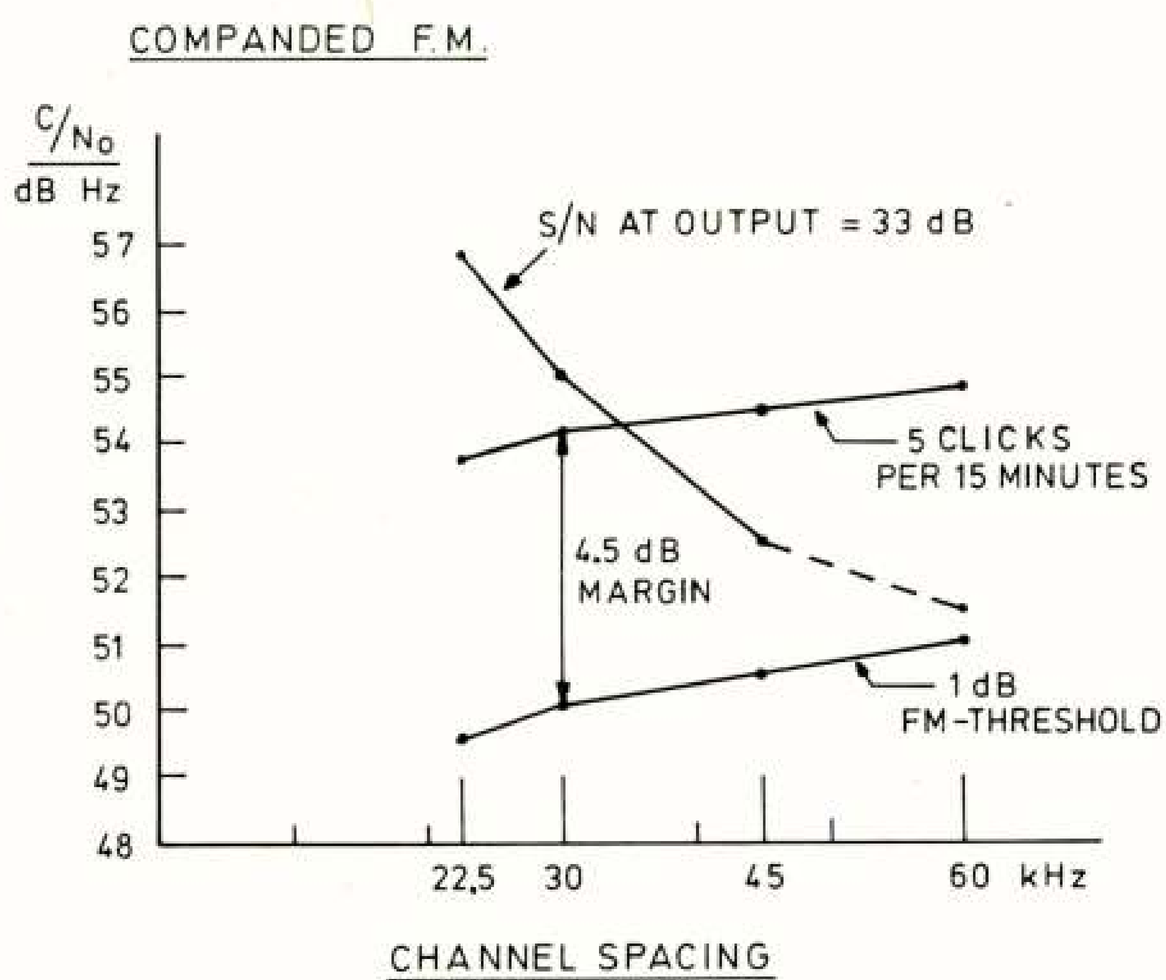
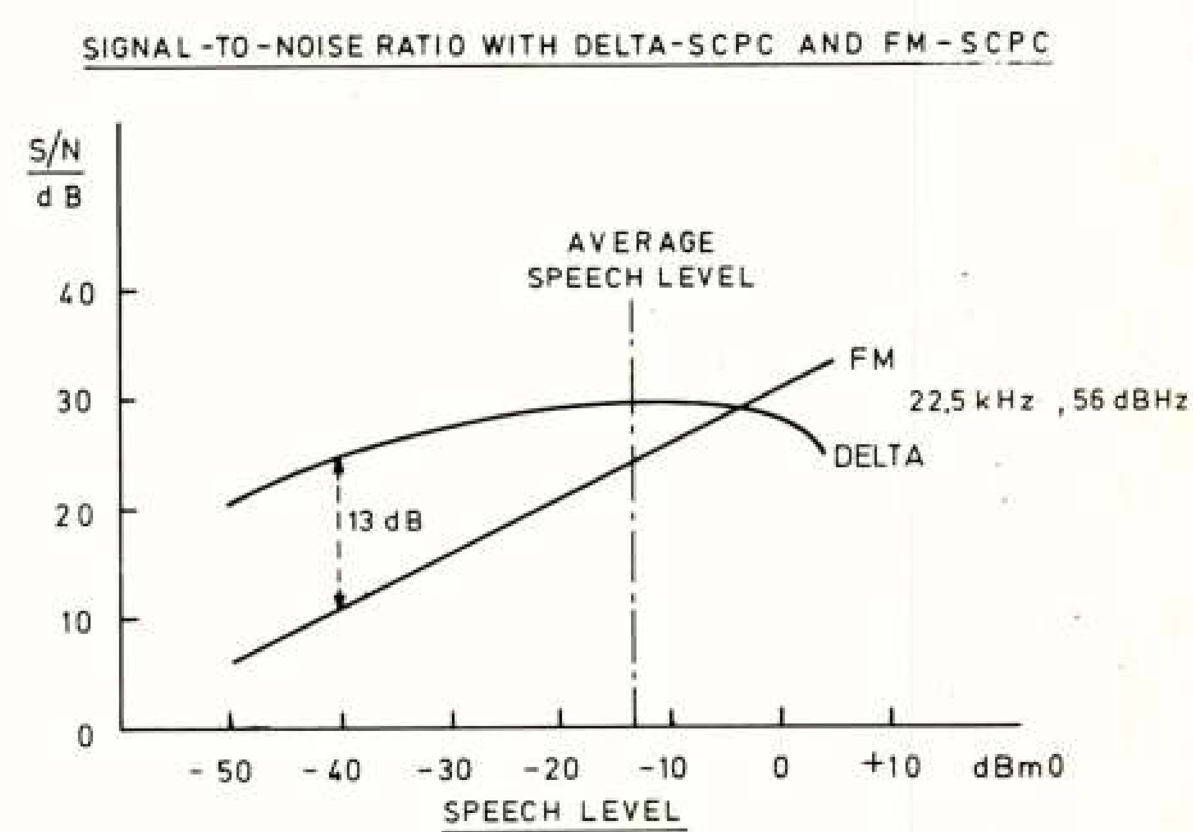


Fig. 1



CHANNEL SPACING	TEST TONE DEVIATION	NUMBER OF CHANN. IN 36 MHz
22,5 kHz	3,3 kHz RMS	1600
30	4	1200
45	5,5	800
60	6,1	600

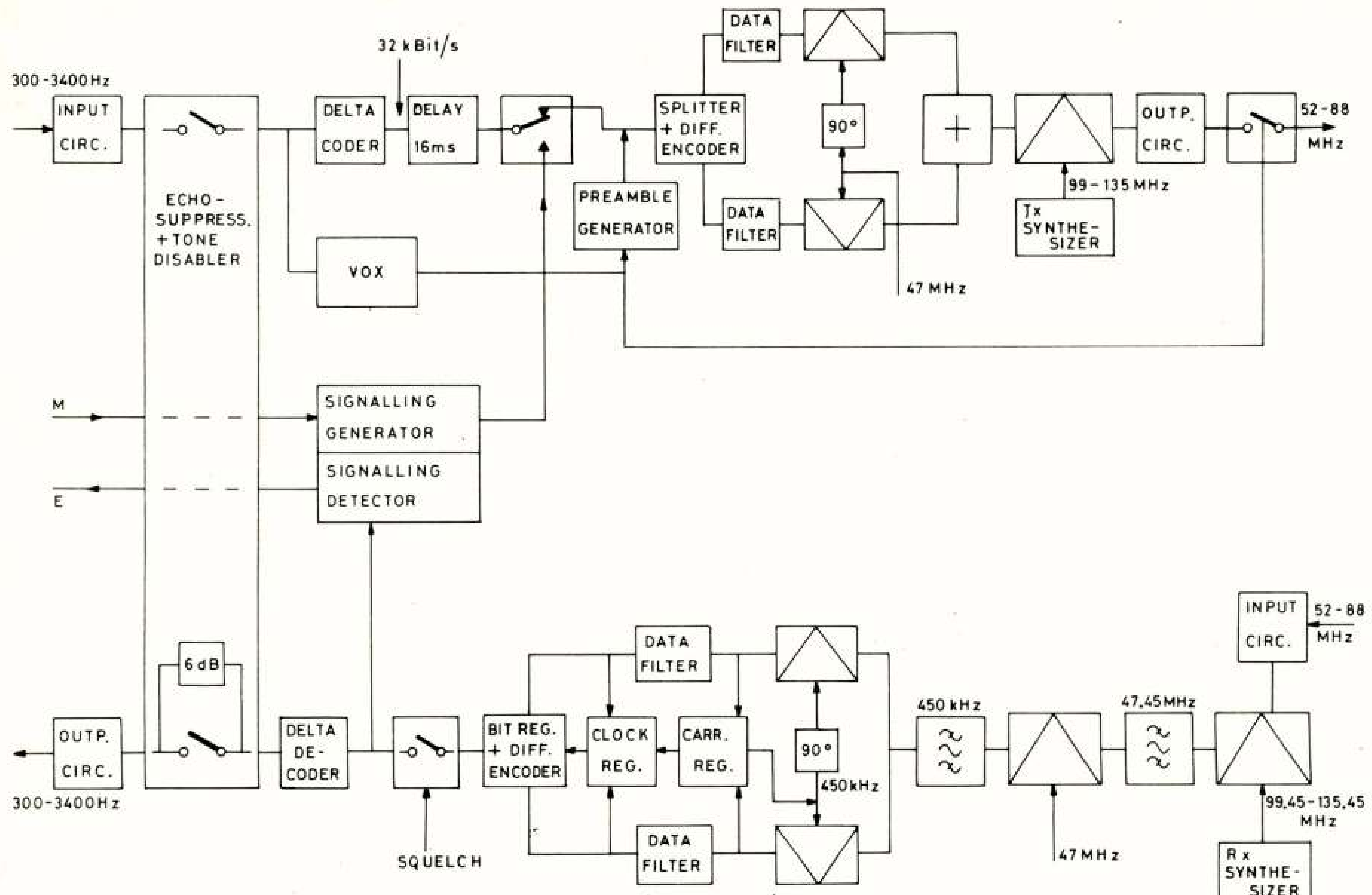
Fig. 2



DELTA 32 kb/s , 4φ PSK

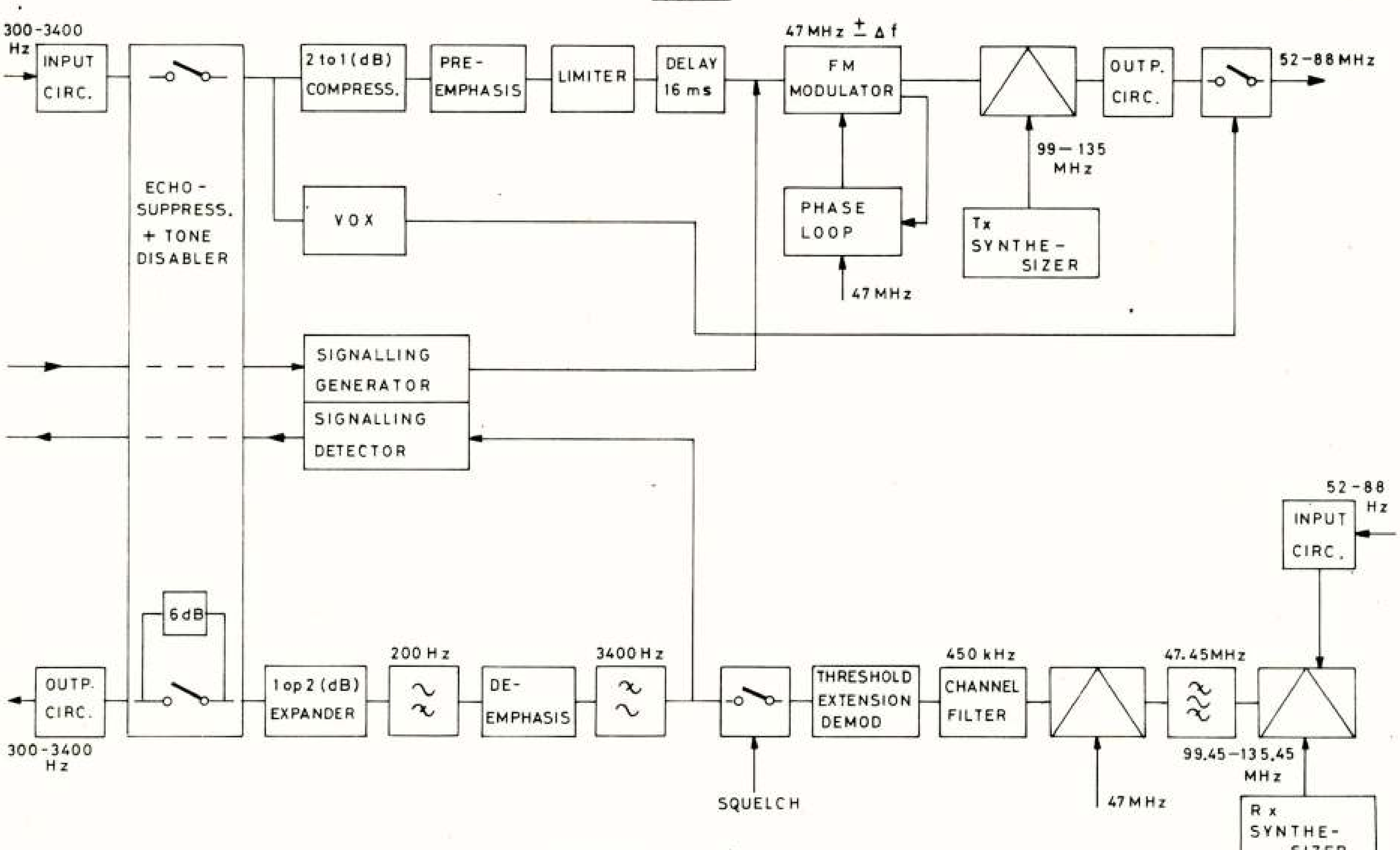
FM 2 op 1 COMPANDER, EMPHASIS 6 dB/oct, 159 μs

Fig. 3



DCDM/4ϕ DE PSK/FDMA

Fig. 4



COMPANDED FM/FDMA

Fig. 5

Voordracht gehouden op 5 juni 1980 bij Philips Telecommunicatie Industrie te Huizen, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 290), de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux sectie IEEE. De voordracht werd ter vergadering uitgesproken door Ir. J. Oudelaar.

DAMA: EEN METHODE VOOR EFFICIENCY VERBETERING VAN BESCHIKBARE SATELLIETKANALEN

Ir. I.B.J. Rots
Philips' Telecommunicatie Industrie

DAMA, a method to improve the efficiency of satellite channels. This article describes a way to improve the efficiency of the Domestic Satellite Single Channel Per Carrier system. First an introduction is presented of Demand Assigned Multiple Access. Next two DAMA models are sketched, the decentralized and the centralized DAMA, and their impact on signalling.

INLEIDING

Eén van de manieren om telefoonverbindingen tot stand te brengen in afgelegen of moeilijk toegankelijke gebieden is het gebruik van Domestic Satellite Single Channel Per Carrier (DOMSAT SCPC) systemen. Vaak gaat het hierbij om verbindingen met een lage verkeersintensiteit. Dit artikel beschrijft een methode om de efficiency van een dergelijk systeem te verbeteren, nl. d.m.v. Demand Assigned Multiple Access.

Het aantal SCPC kanalen dat in een satelliettransponder (met een bandbreedte van 36MHz) kan worden ondergebracht is beperkt, nl. maximaal 1600 kanalen met een kanaalafstand van 22,5kHz. Hierbij wordt er voor de eenvoud van uitgegaan dat het maximaal opgestraalde vermogen geen beperkende factor is.

Als het merendeel van de gesprekken steeds met eenzelfde stad (bijv. de hoofdstad) plaats vindt, dan kunnen dus maximaal 800 plaatsen een verbinding krijgen. Willen 2 "buitenstations" een verbinding met elkaar, dan zal er een doorverbinding gemaakt moeten worden in het hoofdstation, zodat er een dubbele "hop" ontstaat, wat gezien de lange transmissieweg minder wenselijk is. Ook wordt dan een dubbel stel kanalen gebruikt voor één verbinding. Door de zo ontstane behoefte aan "dwars"verbindingen heeft men al snel meer kanalen nodig. Wil men bijv. 50 plaatsen onderling steeds met één lijn (= 2 kanalen) verbinden, dan zijn al 1225 lijnen nodig (volgens $\frac{N.(N-1)}{2}$; met N = aantal plaatsen). Er zal dan een tweede transponder ingeschakeld moeten worden. De kosten hiervan bedragen 1 à 2 miljoen dollar per jaar. Verder heeft men in een dergelijke configuratie in elk station N-1 kanaalunits (Voice Channel Unit, VCU) nodig. Gezien de lage verkeersintensiteit op de lijnen zal een dergelijk systeem bijzonder inefficient zijn. Tegenover de hierboven geschetste configuratie (het zogenaamde Pre Assigned systeem) staat het Demand Assigned Multiple Access (DAMA) systeem. Een belangrijk kenmerk hiervan is het feit dat de beschikbare frequenties een soort pool vormen. De gewenste verbindingen worden hierbij als volgt tot stand gebracht. Wanneer in één van de stations een verbinding wordt gevraagd, dan krijgt dit station de beschikking over een frequentiepaar uit de pool. Na beëindiging van het gesprek wordt dit paar weer hierin teruggezet. Er wordt van een apart datakanaal gebruik gemaakt voor de besturing. Een dergelijk DAMA systeem heeft twee belangrijke taken:

1. de detectie van beleg en afbelpulsen, die aangeven of een verbinding opgebouwd dan wel afgebroken dient te worden. Deze pulsen worden gegenereerd door de telefoonapparatuur die verbonden is met een SCPC station. Dit kan zowel een gewoon telefoontoestel als een centrale zijn.
2. het beheer van de frequentiepool. Na detectie van een belegpuls wordt een kanaal toegewezen aan het station, na een afbelpuls wordt de frequentie weer in de pool gezet.

De eerste taak dient te worden uitgevoerd in elk station voor de daar aanwezige lijnen. In die gevallen waarin de tweede functie uitgeoefend wordt door elk grondstation zelf, spreken we van een gedecentraliseerd DAMA systeem. Een andere mogelijkheid is om een apart station aan te wijzen voor de frequentietoewijzing. Dit wordt het gecentraliseerde DAMA model genoemd. Beide systemen zullen verderop in het kort toegelicht worden.

EFFICIENCY

Om aan te geven hoeveel bespaard kan worden door gebruik van een DAMA systeem, volgt hier een berekening van de hoeveelheid apparatuur en kanalen die nodig is voor een configuratie van 6 plaatsen die onderling verbonden dienen te worden. Voor de eenvoud gaan we er van uit dat de verkeersintensiteit op elke verbinding tussen twee plaatsen hetzelfde is. Verder wordt een kans op congestie van 1% geaccepteerd. Dit is de kans dat geen verbinding tot stand kan worden gebracht omdat geen vrije apparatuur meer beschikbaar is.

Tabel 1 geeft voor een aantal verschillende verkeersdichtheden het aantal kanalen dat nodig is indien een PA systeem geïnstalleerd is.

Verkeersintensiteit per richting (in Erlang)	Aantal benodigde lijnen per richting ($P_{con.}$ <1%)	Totaal aantal lijnen
0,1	2	60
1	4	120
3	7	210

Tabel 1: aantal benodigde kanalen (PA).

Bij een verkeersdichtheid van totaal 30 Erlang (1 Erlang per richting) zijn dan 120 lijnen (=240 kanalen) en 240 VCU's nodig. Indien we nu over gaan naar een DAMA systeem, dan kan de verkeersintensiteit in zijn totaliteit genomen worden. Tabel 2 geeft voor dezelfde verkeersintensiteit het aantal benodigde kanalen weer.

Totale verkeersintensiteit (in Erlang)	Totaal aantal benodigde lijnen ($P_{con.}$ <1%)	Aantal VCU's per station ($P_{con.}$ <1%)
3	8	4
30	41	11
90	115	25

Tabel 2: aantal benodigde kanalen bij DAMA.

Bij een verkeersdichtheid van 30 Erlang zijn nu dus 41 lijnen en 6x11 VCU's nodig. Bij een toenemende verkeersintensiteit zal op een bepaald moment weer gekozen worden voor een PA kanaal voor de drukke lijnen.

HET GEDECENTRALISEERDE DAMA MODEL

In een dergelijk systeem is in alle stations bekend welke kanalen beschikbaar zijn. Zodra een verbindingsaanvraag gesignaleerd wordt, kiest het station een kanaal uit zijn pool en deelt dit via een gemeenschappelijk datakanaal mee aan de andere stations. Een bepaald protocol draagt er zorg voor dat nooit twee (of meer) stations tegelijkertijd hetzelfde nummer reserveren. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is het SPADE systeem. Hoewel dit geen DOMSAT SCPC is maar een internationaal geöriënteerd satelliet communicatie systeem, geeft het goed aan hoe een gedecentraliseerd DAMA systeem werkt. Zoals bij de meeste gedecentraliseerde systemen kent het SPADE systeem één gemeenschappelijk communicatiekanaal. Elk van de grondstations krijgt een bepaald tijdslot toegewezen waarin het zijn berichten kan versturen. Deze berichten worden door alle stations ontvangen. Zodra een station een frequentiepaar wil gebruiken, neemt het een bepaald kanaal uit zijn pool en meldt dit via het gemeenschappelijke datakanaal. Enige tijd later wordt dit bericht door alle stations (nagenoeg) gelijktijdig ontvangen. Gezien het sequentiële karakter van het datakanaal is er maar één station dat een bepaalde frequentie het eerst kan reserveren. Een tweede station dat hetzelfde kanaal heeft gekozen zal dit reeds uit zijn pool hebben verwijderd als het zijn eigen reserveringsbericht weer ontvangt en zal nu dus een ander kanaal moeten kiezen. In het SPADE systeem gebeurt deze keuze uit de pool geheel random.

Bij het gedecentraliseerde model zal elk station zelf moeten bepalen met welk ander station een verbinding gewenst wordt. Daarna zal het station een nummeranalyse moeten doen. Fig. 1 geeft schematisch weer hoe een verbindingsopbouw plaats vindt.

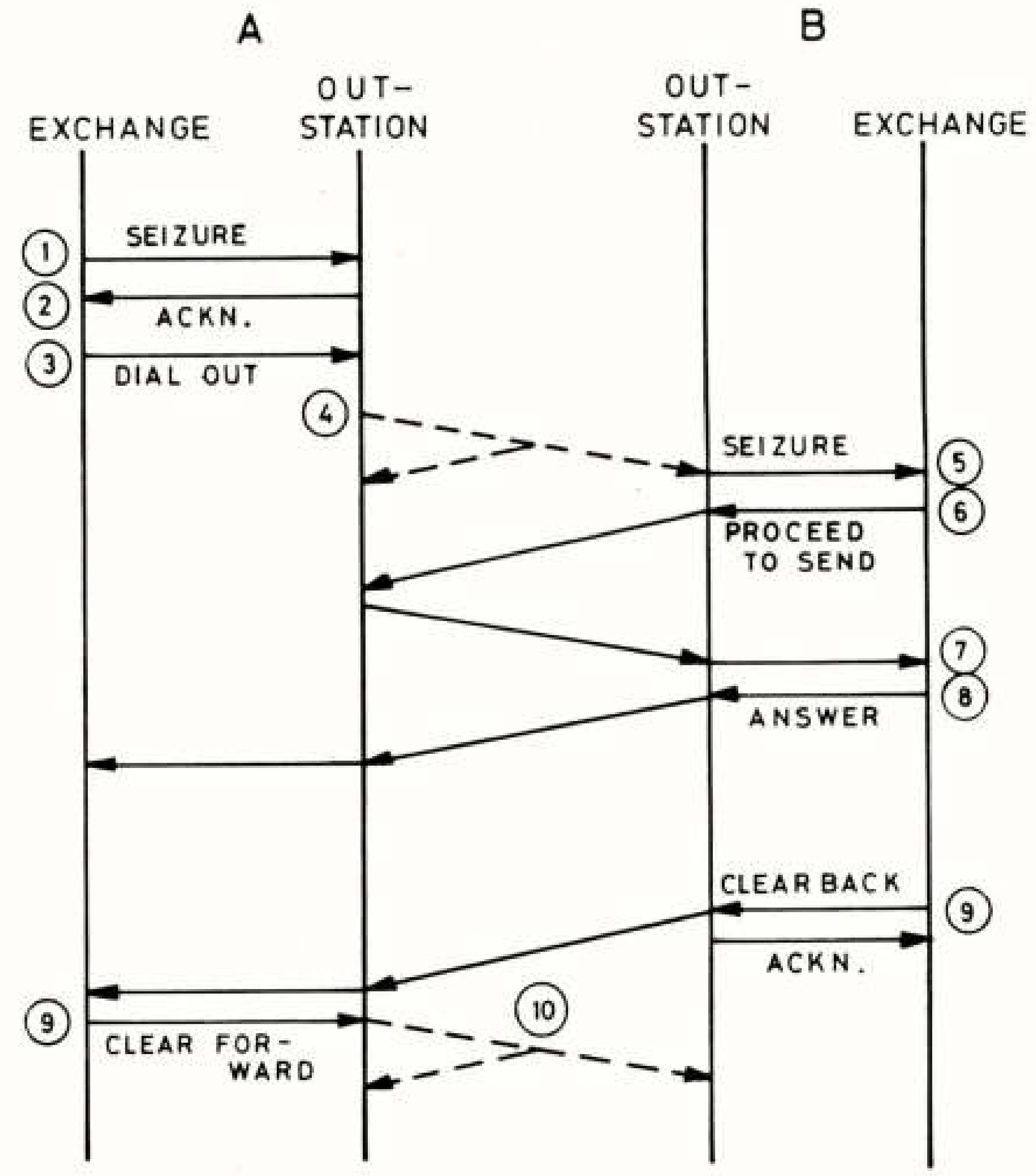


Fig. 1: Schematische weergave van verbindingsopbouw (gedecentraliseerd).

Nadat SCPC station A een belegsignaal (1), gegenereerd door bijv. de centrale in A, heeft waargenomen, zal het station zich min of meer gedragen als een transitcentrale. Het stuurt één of andere vorm van bevestiging (2) naar de centrale, die daarop begint met het versturen van de nummerinformatie (3). Zodra voldoende nummers ontvangen zijn voor het bepalen van het gewenste grondstation neemt station A een frequentiepaar uit de pool en verstuurt een bericht via het gemeenschappelijke datakanaal (4). Dit bericht bestaat uit 3 delen, nl. het nummer van het gewenste station (B), het te gebruiken kanaalnummer en het nummer van het aanvragende station (A). Nadat het bericht geaccepteerd is door station B, en dus ook geen dubbele reservering van het kanaal heeft plaatsgevonden, verstuurt deze een belegpuls (5)

naar de centrale ter plaatse. Beide SCPC stations stemmen nu één van hun VCU's af op de gekozen frequentie, waardoor een verbinding tot stand is gebracht. De centrale in B verzoekt nu om de rest van de registerinformatie (6). De informatie die nodig is voor de verdere routering en bijv. voor de tariefbepaling wordt dan door A verzonden (7). Zodra de opgeroepen abonnee antwoordt (8) wordt het kanaal gebruikt als gesprekskanaal. Na afloop van het gesprek (9) verstuurt station A een bericht via het datakanaal waardoor het gebruikte kanaalnummer weer vrijgegeven wordt (10).

Gezien de taken die een SCPC station in een gedecentraliseerd systeem moet vervullen, zullen dit vrij complexe stations zijn omdat elk station alle informatie die, via het datakanaal wordt verstuurd, moet verwerken. Hiernaast moet het station mogelijkheden hebben om te "communiceren" met de aangesloten centrale en vervolgens nummeranalyse toe te passen. Een groter nadeel is echter dat in elk station nieuwe gegevens ingevoerd moeten worden zodra er een enkel station wordt verwijderd of toegevoegd. Hier tegenover staat het voordeel van de gelijkwaardigheid van alle stations. Vooral in internationaal georiënteerde systemen is dit een belangrijk gegeven.

GECENTRALISEERDE DAMA

In dit model vervult één van de stations de taak van besturingsstations. Hier vindt nu de frequentieallocatie en de nummeranalyse plaats. Voor de communicatie tussen het hoofdstation en de andere stations (de out-stations) wordt in het algemeen gebruik gemaakt van twee kanalen. Het ene, het α kanaal genoemd, wordt gebruikt voor het versturen van commando's van het hoofdstation naar alle andere stations (de zgn. broadcast mode). Het andere kanaal, het β kanaal, wordt door de out-stations gebruikt voor de overdracht van informatie naar het hoofdstation toe. Vaak gebeurt dit op basis van timesharing. De synchronisatie gebeurt dan door het hoofdstation, dat steeds één van de stations toestaat het kanaal enige tijd te gebruiken door een zgn. "poll"instructie naar dit station te versturen. Nadat een out-station een belegpuls gesignaleerd heeft, zal het dit aan het hoofdstation melden na ontvangst van deze poll instructie. Het hoofdstation kiest nu een vrij kanaalnummer uit de pool en verstuurt dit via het α kanaal naar het station. De registerinformatie die het hoofdstation nu nodig heeft kan op twee manieren verstuurd woren:

- via het β kanaal. Hiertoe dient het out-station in staat te zijn de registerinformatie zoals die door de locale centrale wordt verstuurd, correct af te handelen en om te zetten in een digitale informatie die via het β kanaal verstuurd kan worden.
- via het zojuist toegekende kanaal. Het hoofdstation zal dan na toekenning van het kanaal één van zijn eigen VCU's afstemmen op dezelfde frequentie.

Zodra het hoofdstation de benodigde registerinformatie heeft ontvangen, wordt het genoemde station bepaald, waarna ook deze over het gereserveerde kanaal kan beschikken. Na afloop van het gesprek wordt het frequentiepaar weer in de pool gezet. In fig. 2 wordt geïllustreerd hoe nu een verbinding tot stand komt, waarbij er van uit gegaan wordt dat de registerinformatie via het gesprekskanaal verstuurd wordt.

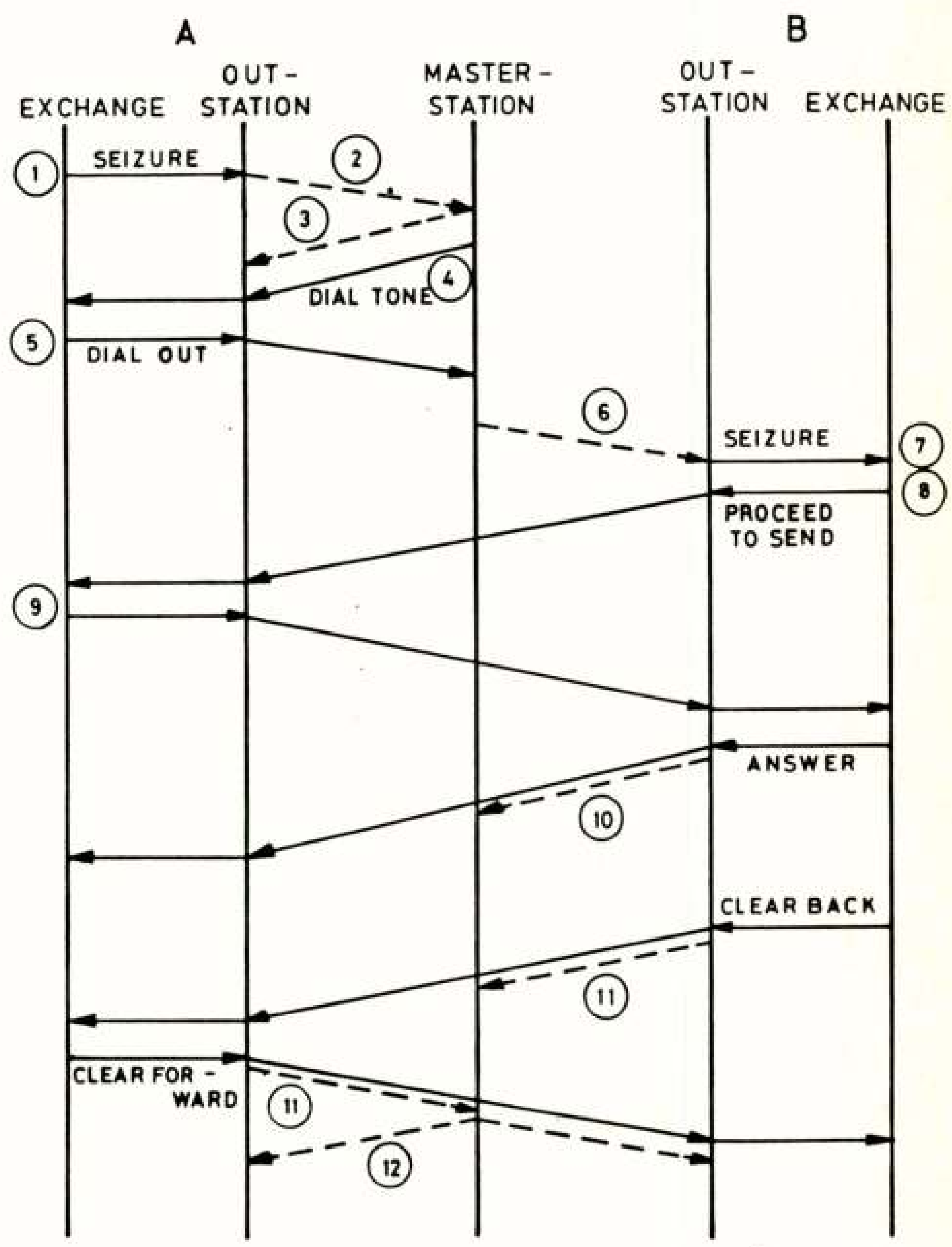


Fig. 2: Schematische weergave van gecentraliseerde verbindingsopbouw.

Nadat de centrale in A de belegpuls heeft gegenereerd (1) verstuurt het grondstation een bericht naar het hoofdstation dat aangeeft welke lijn belegd werd (2). Het hoofdstation haalt nu een frequentiepaar uit de pool en verstuurt deze gegevens naar A (3). Ook stemt het één van zijn kanaalunits af op deze frequenties en koppelt de juiste registerapparatuur. Na een korte wachttijd, waarin station A zijn VCU kan afstemmen, verstuurt het hoofdstation de kiestoon (4) en een "start kiezen" puls via SCPC station A naar de centrale in A. Deze zal vervolgens beginnen met het overzenden

van de registerinformatie (5). Na ontvangst van voldoende nummers bepaalt het hoofdstation het gewenste station (B) en verstuurt, via het α kanaal, een bericht naar station B waarin de te gebruiken kanaalnummers zijn vermeld (6). Nadat (B) zijn kanaalapparatuur heeft afgestemd, zendt deze een belegpuls naar de centrale in B (7). Het hoofdstation schakelt nu de modulator die gebruikt werd voor het verkrijgen van de registerinformatie uit. Na afstemming door B is nu een directe verbinding ontstaan tussen de centrales in A en B. Indien nodig kan A nu een aantal van de verstuurde nummers herhalen, waarna de rest van de registerinformatie volgt (9). Eventueel kan het hoofdstation één van zijn demodulatoren afgestemd houden op het gebruikte kanaal, zodat het ook op de hoogte is van het volledige nummer dat gewenst is. Op deze wijze kan het gesprekstarief eventueel in het hoofdstation bepaald worden. Zodra de opgeroepene antwoordt, wordt dit aan het hoofdstation kenbaar gemaakt door een boodschap via het β kanaal (10). Nadat in beide stations de verbinding is verbroken, wordt dit doorgegeven aan het hoofdstation (11). Op bevel van dit station wordt nu in beide out-stations de kanaalapparatuur uitgeschakeld (12).

Uit bovenstaand voorbeeld blijkt duidelijk de belangrijke taak van het hoofdstation, terwijl van de out-stations slechts weinig acties verlangd worden. Vooral in systemen waarin vele, kleine out-stations geïnstalleerd dienen te worden, is dit een aantrekkelijke oplossing.

SIGNALERINGSCONVERSIE

In de voorafgaande beschrijvingen van zowel het gedecentraliseerde als het gecentraliseerde DAMA model is aangenomen dat de centrales in A en B dezelfde signaleringsmethode gebruikten. Omdat bij een DAMA systeem de communicatiepartner steeds wisselt en in sommige landen zeer veel signaleringssystemen door elkaar gebruikt worden, zal dit lang niet altijd het geval zijn. De signaleringsconversie kan dan ook een zeer belangrijk onderdeel van een DAMA systeem zijn. Heeft men gekozen voor een gecentraliseerde configuatie, dan kan in principe alle conversie in het hoofdstation worden gedaan. Dit kost echter vrij veel tijd omdat eerst alle informatie naar het hoofdstation moet worden verstuurd en vandaar, na conversie, naar het gewenste station. Bij het gedecentraliseerde systeem is deze methode, gezien het ontbreken van een hoofdstation, zeker niet mogelijk. Men zal dan òf alleen verbindingen toestaan tussen stations met dezelfde signaleringsmethode òf conversie moeten toepassen.

Hiervoor zijn 3 methoden:

- Men converteert de minder gebruikte signaleringsvorm naar de meest gebruikte vorm. Dit zal dan gebeuren in de afwijkende stations. Vooral in die gevallen waarin de meest voorkomende methode goed geschikt is voor satellietcommunicatie (lange looptijd!) en slechts weinig afwijkingen voorkomen is dit een goede mogelijkheid.
- In alle stations wordt geconverteerd naar een specifieke satellietsignaleringsvorm. Hierbij verzamelt een out-station eerst alle informatie die van belang kan zijn voor het opgeroepen station zoals het gewenste nummer, de identiteit van de oproeper, etc. Nadat de verbinding tussen de twee stations tot stand is gekomen, verstuurt het oproepende station deze gegevens via het spraakkanaal. De signaleringsconvertor aan de opgeroepen kant heeft nu voldoende gegevens om de verbinding daar verder op te bouwen via de daar geldende regels. Bij een dergelijk systeem is het noodzakelijk dat elk station een signaleringsconvertor heeft. Een gevolg hiervan is een aanzienlijke prijsstijging, met name bij de kleine stations.
- Een derde mogelijkheid is om na conversie naar een specifieke signaleringsvorm deze informatie te versturen via een gemeenschappelijk signaleringskanaal. Zodra een station een frequentiepaar krijgt toegewezen, krijgt het tevens een tijdslot op dit kanaal. Ook voor deze methode geldt het bezwaar van een vrij hoge prijs omdat behalve een signaleringsconvertor nu ook nog een apart signaleringskanaal nodig is.

Gezien de lange transmissieweg in satellietsystemen zal bij voorkeur geen gedwongen signaleringsvorm gebruikt worden.

VAN PA NAAR DAMA

Over het algemeen zal een DOMSAT systeem beginnen als een DA configuratie en zal pas later, als het aantal geïnstalleerde stations toeneemt, om DAMA gevraagd worden. Fig. 4 geeft een globaal overzicht van de apparatuur die extra nodig is voor de DAMA uitbreiding.

1. De DAMA Channel Unit (DACU), het communicatiekanaal.
   Voor een gedecentraliseerd systeem zal dit vaak één snel kanaal zijn (SPADE : 128kbaud).
   Voor gecentraliseerde systemen wordt vaak een gewone kanaalunit genomen, samen met een datamodem, bijv. 1800 baud FSK of 4800 baud FSK.
2. De DAMA Remote Controller (DARC).
   Deze verzorgt de communicatie via het DAMA kanaal en bewaakt de verbindingsopbouw en de algehele status van het grondstation.
3. De Synthesizer Controller (SC).
   Deze bepaalt de frequentie waarop een VCU is afgestemd. Vaak wordt de SC gestuurd door een binair of BCD getal dat het kanaalnummer representeert.
4. De VCU Controller (VCUC) bestuurt een aantal SC's en schakelt de VCU's aan of uit.

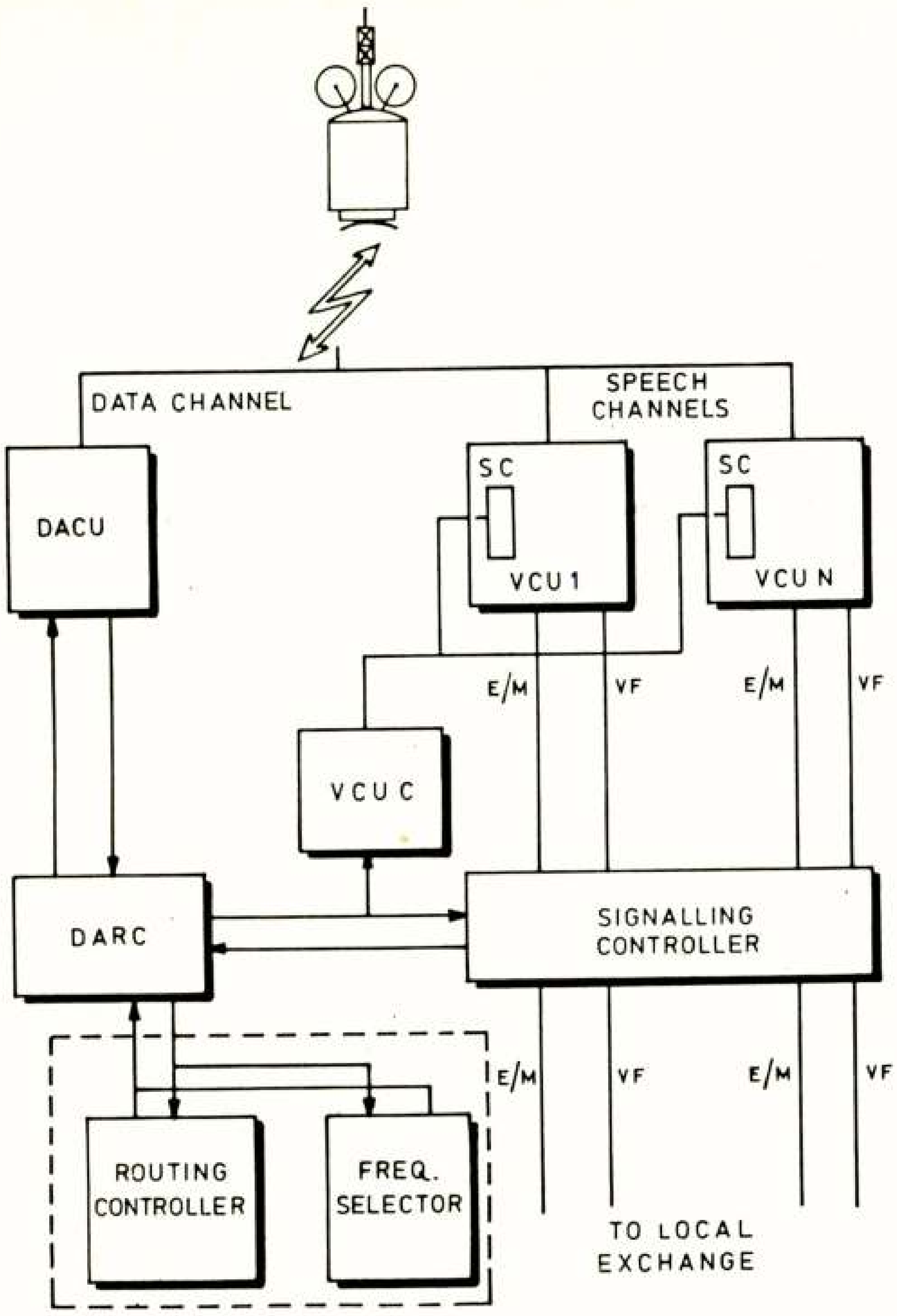


Fig. 4: DAMA componenten.

5. De Signalling Controller die de aangesloten lijnen bewaakt en eventueel de signaleringsconversie doet.
6. De Routing Controller welke zorg draagt voor de nummeranalyse en routering. Bij een gecentraliseerd systeem bevindt deze zich alleen in het hoofdstation.
7. De Frequency Selector die het protocol verzorgt rond de frequentieallocatie. Afhankelijk van het gekozen model bevindt deze zich in elk station (gedecentraliseerd) of alleen in het hoofdstation (gecentraliseerd).

CONCLUSIE

Demand Assigned Multiple Access is een goede methode om een rendabeler gebruik te maken van satellietverbindingen, zowel wat betreft de hoeveelheid apparatuur als het benodigde aantal transponders.

De belangrijkste eigenschappen van de 2 verschillende DAMA systemen zijn weergegeven in tabel 3.
De keuze voor een bepaald systeem (of tussenoplossing) in een bepaald project is sterk afhankelijk van het aantal stations dat geïnstalleerd wordt en de (verwachte) verkeersintensiteit. Vooral dit laatste aspect is soms een onzekere factor gezien de hoge kosten van een Domestic Satellite communicatie systeem.

GECENTRALISEERD	GEDECENTRALISEERD
EENVOUDIGE BUITENSTATIONS	'GELIJKWAARDIGE' COMPLEXE STATIONS
LANGZAAM DATA KANAAL	SNEL DATA KANAAL
TRAAG	SNELLER
SYSTEEMWIJZIGINGEN EENVOUDIG	
AFHANKELIJK VAN HOOFDSTATION	UITVALLEN VAN STATION GEEFT GEEN PROBLEMEN
SIGNALERINGSCONVERSIE KAN IN HOOFDSTATION	SIGNALERINGSCONVERSIE MOET IN STATION ZELF

Tabel 3: voornaamste eigenschappen.

Voordracht gehouden op 5 juni 1980 bij Philips Telecommunicatie Industrie te Huizen, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 290), de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en de Benelux sectie IEEE.

IEEE BENELUX SECTIE
NEDERLANDS ELECTRONICA- EN RADIO GENOOTSCHAP
(292ste werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI

UITNODIGING

voor de lezingendag over Digitale Video en Beeldverwerking op donderdag 30 oktober 1980 op de Technische Hogeschool te Eindhoven.

PROGRAMMA

10.00 uur	Ontvangst en koffie
10.15 uur	Ir. J. Raven (Philips Natuurkundig Laboratorium) Digitale video signaal behandeling; motieven en methoden
10.45 uur	Dr. Ing. U.E. Kraus (Philips, Video TV Lab. Europa) Kwaliteitsverbetering van videosignalen
11.15 uur	R.E.J. van de Grift (Philips Natuurkundig Laboratorium) A/D omzetter voor videosignalen
11.45 uur	Dr. Ing. P. Draheim (Valvo RHW, Hamburg) Components and systems for digital video signal processing in NMOS-technology.
12.15 uur	Lunchpauze
14.00 uur	Ir. T.M.M. Kremers (Philips Telecommunicatie Industrie) Broncodering voor digitale videosignalen
14.30 uur	Ir. A.C. Reppel (PTT, Dr. Neher Laboratorium) Internationaal overleg inzake de digitalisering van videosignalen
14.55 uur	Theepauze
15.15 uur	Ir. J.J. Gerbrands (TH Delft, Afd. Elektrotechniek) Relaxatie-methoden in digitale beeldsegmentatie
15.45 uur	Ir. J. Biemond (TH Delft, Afd. Elektrotechniek) Statistische filter-methoden voor beelden
16.15 uur	Sluiting

Aanmelding kan geschieden voor 24 oktober door inzending van de aangehechte kaart, ingevuld en gefrankeerd met een postzegel van 45 cent.
De mogelijkheid bestaat om op de TH de lunch te gebruiken.
Daartoe kunnen bonnen worden besteld door een bedrag van *f* 9,00 over te maken op postgiro 3099125 of ABN bankrekening 52.70.17.272 ten name van de penningmeester Benelux Sectie IEEE te Waalre onder vermelding van "lunch videodag". De betaling dient te zijn ontvangen voor 25 oktober. Bestelde bonnen kunnen voor aanvang van de lezingen worden afgehaald bij de organisatietafel. Op de dag zelf zijn geen bonnen meer verkrijgbaar.

Eindhoven, september 1980

Namens de samenwerkende verenigingen
Dr. Ir. T.A.C.M. Claasen
Telefoon overdag 040 - 742966
's avonds 040 - 866358

UIT HET NERG

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

J.M.H. Hanselman, Morgental 20, Krimpen a/d IJssel
C.G.M. van 't Klooster, Vestdijkhove 68, Zoetermeer
Ir. C. Noort, Anne Franklaan 189, Bussum
Ir. J.P. Schuddemat, Roskam 28, Beuningen (Gld.)

Nieuwe leden

J.J.J. de Bont, Ploeglaan 24, Eemnes
Ir. C.D. de Haan, A. van Solmsstraat 110, 's-Gravenhage
J.C. Leguijt, Lijzij 49, Huizen
L. van der Meer, Patrijslaan 11, Nederhorst den Berg
Drs.ir. G. Slagmolen, J.C. van Markenplein 2, Delft
Ing. J. Ter Horst, Mikkenkamp 1, Haren (Gn.)
Ir. L.A.M. de Vaan, Luchtenburgstraat 12, Deil
L.J.M. Wijdemans, Gen. Linckerslaan 22, Eindhoven

Nieuwe adressen van leden

Ir. G.J.M. Boorsma, Dorpsweg 176, Maartensdijk
Ir. M. van Deelen, Koningsvaren 15, Oisterwijk
Ir. A.V.P. van der Linden, Lyceumlaan 17, Zeist
Ir. R.F.A. Mugie, Hulsterdreef 11, Tegelen
Ir. A.W.M. Paling, Casa del Arroyo, Fuente del Espanto, San Pedro de Alcántara, Spanje
Ir. J.A. Smit, Zandvoorter Allee 21, Heemstede
Ir. A.C. Tuinenburg, Postbus 98, Oegstgeest
Ir. C. van Velthooven, Stationsstraat 63, Molenhoek Mook

Overleden

M. Fransen, W. de Nijslaan 31, Heemstede

VAN HET BESTUUR

Satellietomroep

Tijdens de viering van het 60-jarig bestaan van het genootschap heeft de minister van wetenschapsbeleid dr.ir. A.A.Th.M. van Trier in zijn rede o.a. de algemene beleidslijnen m.b.t. de ruimtevaart uiteengezet. De verdere invulling van dit beleid zou plaats vinden in de aangekondigde ruimtevaartnota. Het wachten is nog steeds op deze nota.

Toch is er wel iets gebeurd. De Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid heeft nl. deze zomer een ongevraagd advies uitgebracht inzake de ruimtevaart. Interessante zaken worden er in dit advies aan de orde gesteld. Slechts op een, maar wellicht de belangrijkste, zaak wordt hier verder ingegaan. De RAWB adviseert nl. geen astronomische satellieten in Nederland meer te bouwen maar te proberen in circa 10 jaar een rendabele ruimtevaartindustrie op te bouwen. Als reactie hierop heeft de minister van wetenschapsbeleid in zijn Wetenschapsbudget, op pagina 131, alvast laten weten dat de zojuist genoemde termijn van 10 jaar aan de optimistische kant is. Uit een marktanalyse van de European Space Agency en British Aerospace is overigens wel gebleken dat er goede kansen liggen voor omroepsatellieten.

Het bestuur van het genootschap heeft daarom besloten in de werkvergadering van januari 1981 aandacht te besteden aan omroepsatellieten. Uitdrukkelijk zij hier vermeld, dat slechts technische aspecten aan de orde komen. In het ochtendgedeelte van de vergadering zal het ontwerp van de Frans-Duitse satelliet besproken worden, terwijl de middag gereserveerd is voor een bespreking van het grondsegment.

Regionale vergadering te Rotterdam

Op zaterdagochtend 8 november vond in Rotterdam een regionale bijeenkomst plaats. Deze bijeenkomst werd georganiseerd in samenwerking met de afdeling Röntgenologie van het academische ziekenhuis "Dijkzigt". De afdeling wordt geleid door prof. K. Hoornstra. De organisatie van de bijeenkomst was in handen van het lokale NERG-lid ir. F. van der Meer in samenwerking met dr. ir. W. Herstel. Aan de bijeenkomst werd door circa 140 personen deelgenomen, waarvan ongeveer de helft leden van het genootschap waren. Enige bezoekers hadden jongere gezinsleden meegebracht, hetgeen een iets andere sfeer schiep dan we doorgaans gewend zijn op de gewone werkvergaderingen.

Eerst werd door W. Herstel een lichtvoetige inleiding gehouden over de ontdekking van de Röntgenstraling. De deskundigheid van de spreker zorgde er voor dat het betoog doorspekt was met minder bekende historische bijzonderheden. Door de tweede spreker, ir. van der Meer, werd het principe en de werking van de computertomografie uit de doeken gedaan, terwijl de radioloog A. van Seyen vervolgens het klinische belang van de computer-tomografie demonstreerde aan de hand van een aantal goed gekozen voorbeelden, waaruit de nieuwe mogelijkheden van deze tak van de medische elektrotechniek duidelijk naar voren kwamen. In het bijzonder het nemen van foto's van de hersenen, zonder een kontrastvloeistof of iets dergelijks te gebruiken, heeft op de schrijver van dit verslag indruk gemaakt. Een voor dit gezelschap wellicht wat pittige bijdrage werd geleverd door ir. G. Arink. Hij sprak eerst over de technische achtergronden van de computer-tomografie. Men realiseert zich dan dat ook in dit vakgebied de elektronica een onmisbare bijdrage heeft geleverd. Tenslotte werd door

ir. Arink ook nog stil gestaan bij de mogelijkheden die in de toekomst wellicht te verwachten zijn van het gebruik van de kernspinresonantie in de medische elektrotechniek.

De bijeenkomst was op een zaterdagochtend georganiseerd. Daardoor was het mogelijk een aantal faciliteiten van de Röntgen afdeling te bezoeken. Sommige bezoekers speelden hierbij de rol van patient, waardoor een wat ongebruikelijke vorm van het navelstaren naar voren kwam.

De bijeenkomst duurde tot ongeveer $13^{h}00$ en is in de ogen van Uw verslaggever te kenschetsen met de uitspraak "zeer geslaagd en voor herhaling vatbaar".



dr. van Seyen geeft tekst en uitleg over de vaat radiologie



De Heer Herstel pratende over de total body scan

Conferentie aankondigingen

European Conference on Circuit Theory and Design
25 t/m 28 augustus 1981; the Netherlands Congress centre, The Hague. Call for papers 31/1/1981. Secretariaat: Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering, Attn. Erika van Verseveld, P.O. Box 5031, 2600GA Delft

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 45 - nr. 5/6 - 1980

druk: Het Zuiden Eindhoven